



Les corticotomies alvéolaires dans le cadre des mouvements orthodontiques accélérés : techniques et biologie osseuse

Arnaud Sammut

► To cite this version:

Arnaud Sammut. Les corticotomies alvéolaires dans le cadre des mouvements orthodontiques accélérés : techniques et biologie osseuse. Médecine humaine et pathologie. 2015. dumas-01305621

HAL Id: dumas-01305621

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01305621>

Submitted on 21 Apr 2016

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

LES CORTICOTOMIES ALVEOLAIRES DANS LE CADRE DES MOUVEMENTS ORTHODONTIQUES ACCELERES : TECHNIQUES ET BIOLOGIE OSSEUSE

Année 2015

Thèse n°42-57-15-17

THÈSE

Présentée et publiquement soutenue devant
la Faculté de Chirurgie Dentaire de Nice Le

11 juin 2015

Par

Monsieur Arnaud SAMMUT

Né le 27 mars 1987 à Miramas

Pour obtenir le grade de :

**DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE
(Diplôme d'État)**

Examineurs :

Madame le Professeur
Madame le Professeur
Monsieur le Docteur
Monsieur le Docteur
Monsieur le Docteur

Armelle Manière-Ezvan
Laurence Lupi-Pégurier
Yves Charbit
Jérôme Surménian
Florian Busson

Président du jury
Assesseur
Assesseur
Directeur de thèse
Membre invité

CORPS ENSEIGNANT

56^{ème} section : DEVELOPPEMENT, CROISSANCE ET PREVENTION

Sous-section 01 : ODONTOLOGIE PEDIATRIQUE

Professeur des Universités : Mme MULLER-BOLLA Michèle
Maître de Conférences des Universités : Mme JOSEPH Clara
Assistant Hospitalier Universitaire : Mme CALLEJAS Gabrièle

Sous-section 02 : ORTHOPEDIE DENTO-FACIALE

Professeur des Universités : Mme MANIERE-EZVAN Armelle
Assistant Hospitalier Universitaire : Mme AUBRON Ngoc-Mai
Assistant Hospitalier Universitaire : M. BUSSON Florian

Sous-section 03 : PREVENTION, EPIDEMIOLOGIE, ECONOMIE DE LA SANTE, ODONTOLOGIE LEGALE

Professeur des Universités : Mme LUPU-PEGURIER Laurence
Assistant Hospitalier Universitaire : Mme CUCCHI Céline
Assistant Hospitalier Universitaire : M. PAUL Adrien

57^{ème} section : SCIENCES BIOLOGIQUES, MEDECINE ET CHIRURGIE BUCCALE

Sous-section 01 : PARODONTOLOGIE

Maître de Conférences des Universités : M. CHARBIT Yves
Maître de Conférences des Universités : Mme VINCENT-BUGNAS Séverine
Assistant Hospitalier Universitaire : Mme LAMURE Julie
Assistant Hospitalier Universitaire : M. SURMENIAN Jérôme

Sous-section 02 : CHIRURGIE BUCCALE, PATHOLOGIE ET THERAPEUTIQUE, ANESTHESIE ET REANIMATION

Maître de Conférences des Universités : M. COCHAIS Patrice
Assistant Hospitalier Universitaire : M. BENHAMOU Yordan
Assistant Hospitalier Universitaire : M. SAVOLDELLI Charles

Sous-section 03 : SCIENCES BIOLOGIQUES

Professeur des Universités : Mme PRECHEUR Isabelle
Maître de Conférences des Universités : Mme RAYBAUD Hélène
Maître de Conférences des Universités : Mme VOHA Christine

58^{ème} section : SCIENCES PHYSIQUES ET PHYSIOLOGIQUES ENDODONTIQUES ET PROTHETIQUES

Sous-section 01 : ODONTOLOGIE CONSERVATRICE, ENDODONTIE

Professeur des Universités : Mme BERTRAND Marie-France
Professeur des Universités : M. MEDIONI Etienne
Professeur des Universités : M. ROCCA Jean-Paul
Maître de Conférences des Universités : Mme BRULAT-BOUCHARD Nathalie
Assistant Hospitalier Universitaire : M. CEINOS Romain
Assistant Hospitalier Universitaire : Mme DESCHODT-TOQUE Delphine
Assistant Hospitalier Universitaire : Mme DUVERNEUIL Laura
Assistant Hospitalier Universitaire : M. GANDJIZADEH GHOUCHANI Mir-Payam

Sous-section 02 : PROTHESES

Professeur des Universités : Mme LASSAUZAY Claire Maître de
Conférences des Universités : M. ALLARD Yves Maître de
Conférences des Universités : M. LAPLANCHE Olivier
Maître de Conférences des Universités : Mme POUYSSEGUR-ROUGIER Valérie
Assistant Hospitalier Universitaire : Mme CERETTI Léonor
Assistant Hospitalier Universitaire : Mme LONGIN FERRO Laurence
Assistant Hospitalier Universitaire : M. OUDIN Antoine
Assistant Hospitalier Universitaire : M. SABOT Jean-Guy

Sous-section 03 : SCIENCES ANATOMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES

Professeur des Universités : M. BOLLA Marc
Professeur des Universités : M. MAHLER Patrick
Maître de Conférences des Universités : Mme EHRMANN Elodie
Maître de Conférences des Universités : M. LEFORESTIER Eric
Assistant Hospitalier Universitaire : Mme CANCEL Bénédicte

REMERCIEMENTS :

A Madame le Professeur Armelle MANIERE-EZVAN

Docteur en Chirurgie Dentaire
Docteur de l'Université de Nice Sophia-Antipolis
Professeur des Universités - Praticien Hospitalier
Responsable de la sous-section Orthopédie Dento-Faciale
Doyenne de la faculté d'odontologie de Nice

Je vous remercie de l'honneur que vous me faites en acceptant la présidence de ce jury. J'ai beaucoup apprécié votre accueil au sein de la faculté de Nice pour mes trois années d'internat. Je suis reconnaissant de votre implication au sein de la faculté et du CHU, pour vos compétences cliniques et théoriques, votre disponibilité et votre bonne humeur.

Veillez trouver dans ce travail le témoignage de mon plus grand respect et l'expression de mes sentiments reconnaissants.

A Madame le Professeur Laurence LUPI-PEGURIER

Docteur en Chirurgie Dentaire
Docteur de l'Université de Nice Sophia-Antipolis
Professeur des Universités - Praticien Hospitalier
Responsable de la sous-section Prévention, Epidémiologie, Economie de la santé,
Odontologie légale
Vice Doyenne de la faculté d'odontologie de Nice, chargée de la recherche

Je vous suis très reconnaissant d'avoir accepté sans hésitation de siéger dans ce jury, j'en suis honoré. Je vous remercie pour votre bonne humeur communicative, votre sourire permanent, votre soutien et vos conseils tout au long de mon internat. Les séances de MEOPA de ma première année nous ont rapprochés.

Veillez trouver dans ce travail, l'expression de ma sincère gratitude et de mon respectueux attachement.

A Monsieur le Docteur Yves CHARBIT

Docteur en Chirurgie Dentaire
Docteur de l'Université de Nice Sophia-Antipolis Maître de
Conférence des Universités - Praticien Hospitalier
Responsable de la sous-section Parodontologie

Je suis très honoré de votre présence au sein de ce jury. J'ai beaucoup apprécié votre enseignement rigoureux et enrichissant tout au long de mon internat. Je vous exprime toute ma gratitude pour m'avoir pleinement intégré au sein de votre DU qui m'a beaucoup apporté. J'admire vos compétences cliniques et théoriques.

Veillez trouver dans ce travail l'expression de mes remerciements et de ma respectueuse considération.

A Monsieur le Docteur Jérôme SURMENIAN

Docteur en Chirurgie Dentaire
Docteur de l'Université de Nice Sophia-Antipolis
Assistant Hospitalier Universitaire
Sous-section Parodontologie

Je suis très honoré que vous ayez accepté de diriger ma thèse. Je vous remercie pour votre enseignement, votre volonté de transmettre votre savoir et votre bonne humeur. Mes trois années d'internat auraient été bien différentes sans votre présence. Vos précieux conseils me suivront tout au long de ma carrière. J'admire votre passion pour votre métier, vos compétences cliniques et théoriques.

Veillez trouver dans ce travail l'expression de ma sincère gratitude, de mon profond respect et de mon respectueux attachement.

A Monsieur le Docteur Floriant BUSSON

Docteur en Chirurgie Dentaire
Docteur de l'Université de Nice Sophia-Antipolis
Assistant Hospitalier Universitaire
Sous-section Orthopédie Dento-Faciale

Je vous suis très reconnaissant d'avoir accepté sans hésitation de siéger dans ce jury, j'en suis honoré. Je vous remercie pour votre aide précieuse et votre implication pour la rédaction de ce travail. J'admire votre passion pour l'orthodontie ainsi que votre sens de la pédagogie.

Veillez trouver dans ce travail l'expression de mon profond respect et de mes sentiments reconnaissants.

SOMMAIRE

Introduction	3
1. Les corticotomies osseuses : principes et intérêts	5
1.1 Historique de la corticotomie	6
1.2 Protocole clinique.....	7
1.3 Corticotomie conventionnelle : PAOO (Periodontaly Accelerated Osteogenic Orthodontics)8	
1.3.1 Technique opératoire.....	8
1.3.2 Greffe associée	10
1.3.3 Suivi post-opératoire	11
1.3.4 Conclusion.....	11
2. La corticotomie alvéolaire par Piézocision	12
2.1 Généralités.....	13
2.2 Intérêts de la Piézocision.....	15
2.3 Inconvénients et limites de la technique.....	16
2.4 Technique opératoire.....	17
2.5 Greffe osseuse associée	20
2.6 Suivi post-opératoire	21
3. Corticotomie, mouvement dentaire et biologie osseuse	22
3.1 Principes biologiques du déplacement dentaire.....	23
3.1.1 Aspect physiologique général.....	23
3.1.2 Histophysiologie du déplacement dentaire.....	23
3.1.2.1 Rappels et définition.....	23
3.1.2.2 Les éléments histologiques concernés.....	23
3.1.2.3 Migration dentaire	25
3.1.3 Le déplacement dentaire provoqué.....	27
3.1.4 Mécanismes de transformation d'une force en déplacement dentaire.....	31
3.1.5 Répercussions d'une force sur la dent et sur son parodonte.....	34
3.2 Principes biologiques de la décortication osseuse	35
3.2.1 Piézocision et biologie osseuse	35
3.2.2 L'impact du taux de renouvellement osseux sur l'ampleur des mouvements dentaires orthodontiques.....	37

3.2.3	L'impact du traumatisme chirurgical sur le taux de renouvellement osseux	38
3.2.4	Décortication sélective et traitement orthodontique accéléré	40
4.	Cas cliniques.....	43
4.1	Cas clinique n°1.....	44
4.1.1	Cas et examen clinique	44
4.1.2	Objectifs thérapeutiques	45
4.1.3	Technique chirurgicale	45
4.1.4	Progression du traitement	46
4.1.5	Résultats du traitement	47
4.2	Cas clinique n°2.....	48
4.2.1	Cas et examen clinique	48
4.2.2	Objectifs thérapeutiques	49
4.2.3	Technique chirurgicale	50
4.2.4	Progression du traitement	51
4.2.5	Résultats du traitement	51
	Conclusion.....	53
	Bibliographie	55

Introduction

Les facteurs biologiques sont les principales limitations de la durée des traitements orthodontiques. Le rythme biologique de déplacement dentaire dépend de plusieurs facteurs : le turn-over osseux (1)(2), la densité osseuse (3), la réaction du ligament alvéolo-dentaire et la durée de hyalinisation (4). La durée d'un traitement orthodontique classique est d'environ deux ans. Cette durée peut être un obstacle chez les adultes, de plus en plus nombreux à demander un traitement, sans compter l'incidence des problèmes carieux et parodontaux qui augmentent avec la durée du traitement (5). Afin de répondre à ces attentes, plusieurs techniques ont été publiées mais se sont révélées particulièrement invasives. Depuis les années 2000, plusieurs auteurs relatent dans la littérature l'étude de cas cliniques de patients traités orthodontiquement en association à une corticotomie alvéolaire. Ce regain d'intérêt pour la corticotomie alvéolaire dans les traitements orthodontiques est dû à la fiabilité et la stabilité des résultats ainsi qu'à une très faible morbidité post-opératoire, notamment grâce à la piézocision, permettant un retour à des activités normales rapidement après l'intervention. La corticotomie alvéolaire est une chirurgie de scarification de la corticale alvéolaire. Cette technique consiste à effectuer des résections superficielles de l'os alvéolaire pénétrant à peine l'os médullaire dans la zone où un déplacement dentaire est souhaité. Elle met en jeu les mécanismes de la cicatrisation osseuse naturelle permettant un phénomène d'accélération régionale du mouvement (6)(7). D'après la littérature, la corticotomie alvéolaire semble être une technique fiable accélérant les déplacements dentaires en orthodontie (8).

L'objectif de ce travail est de faire une étude de la littérature afin, d'une part, de décrire les différentes techniques opératoires de réalisation d'une corticotomie en développant plus particulièrement la technique de piézocision. D'autre part, nous étudierons les effets biologiques de la corticotomie sur le tissu osseux permettant cette accélération des mouvements dentaires. Enfin, nous illustrerons ce travail par la présentation de deux cas cliniques.

1. Les corticotomies osseuses : principes et intérêts

1.1 Historique de la corticotomie

En 1893, Cunningham (9) présente « Luxation, or the immediate method in the treatment of irregular teeth » au congrès international de Chicago. Il utilise des ostéotomies mésiales et distales avec une scie à os pour repositionner une dent présentant une version palatine. Il y associe une contention par fil métallique pendant 35 jours. Il associe ainsi une procédure chirurgicale au traitement orthodontique pour réduire le temps de traitement.

Cinquante années plus tard, Bichlmayr (9) classe les chirurgies orthodontiques en « majeures » ou « mineures » et il est le premier à décrire la corticotomie pour la fermeture des diastèmes chez les patients de plus de 16 ans.

En 1959, Köle (10) décrit dans la littérature pour la première fois le concept de mouvements dentaires rapides par une chirurgie de corticotomie, c'est le concept des « blocs osseux ». Il suggère que l'os cortical est un facteur majeur de résistance aux mouvements dentaires et qu'une stimulation de la corticale alvéolaire améliore la vitesse des déplacements orthodontiques. Il pratiquait des corticotomies segmentaires interdentaires traversant la totalité de l'os cortical mais ne pénétrant que superficiellement l'os médullaire. A ces corticotomies était associée au niveau apical une ostéotomie horizontale traversant la totalité de l'os alvéolaire (cortical et spongieux) de vestibulaire en lingual. Il réalisait alors des « blocs osseux » reliés entre eux uniquement par de l'os médullaire de moindre densité pour pouvoir mobiliser plus facilement des groupes de dents. Les résultats étaient bons, mais les mortifications pulpaire n'étaient pas rares.

En 1972, Bell et Levy (11) ont publié la première étude expérimentale de corticotomies alvéolaires sur 49 singes. Ils décrivent des traits de corticotomies verticales interdentaires que l'on peut considérer comme des ostéotomies car ils mobilisent l'ensemble dent/os alvéolaire.

En 1978, Generson (12) introduit une modification de la méthode de Köle en supprimant l'ostéotomie sous-apicale et en n'effectuant que des incisions de corticotomie limitées à l'os cortical. Par la suite, Anholm, Gantes et Suya valorisent les corticotomies à la place d'ostéotomies car elles diminuent fortement les risques de nécrose, de lésions des dents adjacentes ainsi que d'atteintes parodontales.

Pour les auteurs cités précédemment, l'accélération des mouvements dentaires est principalement liée à une perturbation du cortex alvéolaire. Leurs travaux sont basés sur un

concept mécanique.

En 2001, Wilcko et al. (13) introduisent une vision biologique pour expliquer l'accélération des mouvements dentaires. Pour ces auteurs, les déplacements rapides observés cliniquement grâce à cette technique dite « d'orthodontie accélérée par assistance ostéogénique parodontale ou PAOO (Periodontally Accelerated Osteogenic Orthodontics) » résulteraient d'une augmentation de l'activité ostéoclasique suite à la lésion chirurgicale et non d'une perturbation mécanique du cortex alvéolaire, thèse soutenue dans le concept des « blocs osseux ». Leurs travaux montrent également que l'apport de greffes osseuses améliorerait la stabilité dentaire à long terme en augmentant le volume osseux et l'épaisseur de la corticale.

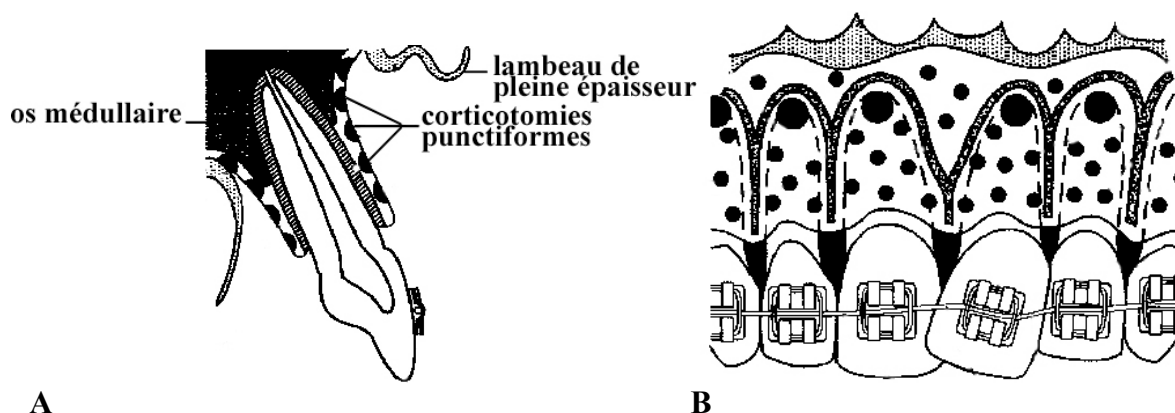


Figure 1 : A. Coupe sagittale au niveau d'une incisive maxillaire au cours de la réalisation de corticotomies. B. Vue vestibulaire de corticotomies ponctiformes et linéaires. (14)

1.2 Protocole clinique

Avant toute intervention, un plan de traitement doit être établi à partir d'un examen orthodontique conventionnel (examen clinique, modèles, moulages, photographies, radiographies).

De plus, un examen parodontal doit être réalisé : le parodonte du patient doit être sain et stable. Il ne doit pas présenter de signe de pathologie parodontale avancée ou non traitée. On ne doit pas observer la présence de poche parodontale, de perte osseuse ou d'atteinte de la furcation.

Une exploration complémentaire, par bilan rétroalvéolaire ou plus fréquemment par une radiographie tridimensionnelle, est conseillée par certains auteurs (15) afin de repérer les proximités radiculaires et l'épaisseur des corticales.

Enfin, la sélection du patient est primordiale. Ce type de traitement ortho-chirurgical est préconisé généralement chez l'adulte. Cette technique réduit le temps de traitement qui est la principale cause de renoncement dans cette population. Les patients nécessitant des traitements complexes interdisciplinaires qui manifestent la volonté d'obtenir des résultats rapides sont aussi de bons candidats (redressement de molaires, extrusion, inclusion...).

Il est primordial que les patients soient informés de la nécessité d'activer le dispositif orthodontique de façon régulière toutes les deux semaines afin de maintenir le RAP et de stimuler l'os alvéolaire.

Avant d'envisager ce type de traitement, il est donc impératif de déterminer la motivation et le degré de coopération du patient.

1.3 Corticotomie conventionnelle : PAOO (Periodontal Accelerated Osteogenic Orthodontics)

1.3.1 Technique opératoire

La plupart du temps l'intervention est réalisée sous anesthésie locale. Toutefois, l'intervention pouvant durer plusieurs heures, de nombreux auteurs associent une sédation intraveineuse (midazolam, propofol...) à l'anesthésie locale. Dans certains cas, en fonction de la coopération du patient, l'anesthésie générale est préconisée.

Une incision intra-sulculaire classique est pratiquée sur les versants vestibulaires et palatins/lingaux du maxillaire et de la mandibule. Un large lambeau mucopériosté est levé incluant les papilles en vestibulaire et palatin/lingual. Le lambeau doit être récliné au-delà des apex permettant un accès bien dégagé à toute la surface de l'os cortical entourant les racines. Il sera nécessaire de repérer et de protéger les paquets vasculo-nerveux émergeant des foramina palatins et mentonniers.

Pour la réalisation de la corticotomie, les traits d'ostéotomies verticaux sont réalisés entre les dents à déplacer, ils traversent la totalité de l'os cortical et superficiellement l'os médullaire pour ne pas léser le ligament et le pédicule vasculaire dentaire. Lors de la réalisation de ces travées d'ostéotomie, il faut prendre soin d'éviter les racines dentaires. Pour cela il est possible de combiner des traits d'ostéotomie ponctuels et linéaires circonscrivant les racines. Certains auteurs préconisent de rester 2 à 3 mm en deçà de la crête alvéolaire.



Figure 2 : Plusieurs schémas de décortication sont possibles (traits, points), le but étant de blesser la corticale osseuse. (16)

Wilcko et al. (2003) (17) utilisent une fraise à os montée sur une pièce à main à grande vitesse et sous irrigation abondante pour réaliser les traits d'ostéotomies, alors que Charrier et al. (2008) (18) utilisent eux une scie circulaire diamantée (Komet®) et une scie alternative oscillante (Braun Aesculap). La décortication alvéolaire est réalisée seulement au niveau des dents à déplacer orthodontiquement ce qui entraîne un renfort de l'ancrage des dents ne subissant pas la corticotomie.



Figure 3 : Corticotomie alvéolaire conventionnelle. Les incisions corticales sont réalisées au moyen d'une fraise à os après élévation d'un lambeau muco-périosté en vestibulaire et palatin (19)

1.3.2 Greffe associée

Certains auteurs (Wilcko (2003) (17), Sebaoun (2007) (12)) préconisent l'apposition de greffe osseuse à la corticotomie afin d'augmenter le volume osseux dans les zones présentant de forts risques de déhiscences ou de fenestrations radiculaires, notamment lorsque une expansion transversale importante est prévue. Toutefois l'augmentation obtenue est limitée.

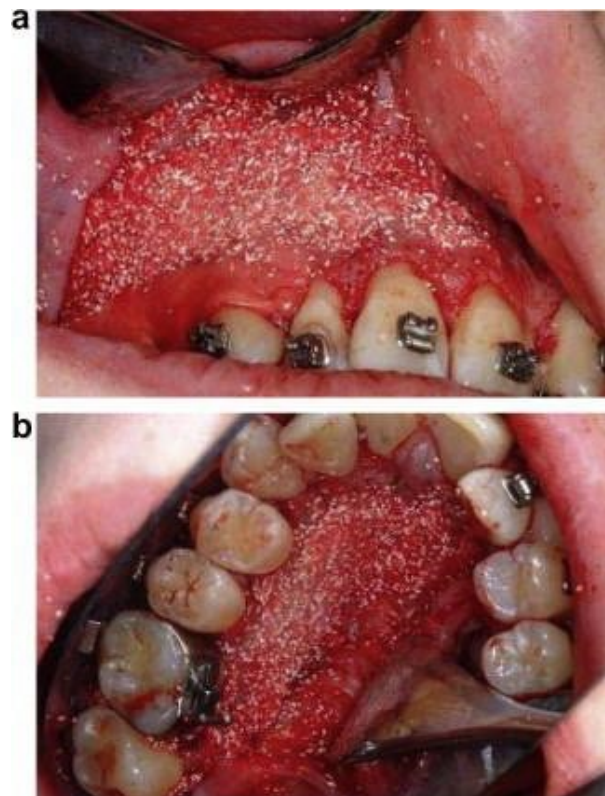


Figure 4 : Greffe osseuse associée à la corticotomie (allogreffe DFDBA et xenogreffe bovine Osteograft®) (20)

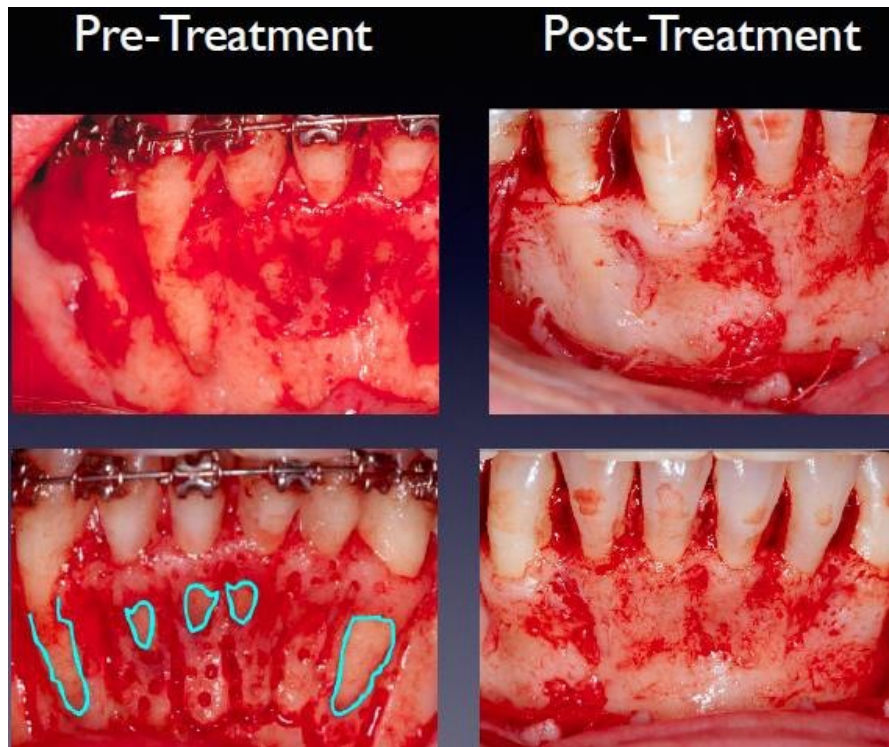


Figure 5 : Augmentation du volume osseux suite à une corticomie associée à une greffe osseuse. On peut observer en « post-treatment » une nette augmentation du volume osseux vestibulaire (21)

1.3.3 Suivi post-opératoire

A la fin de l'intervention le site est refermé par des sutures hermétiques.

La prescription post-opératoire comprend des antibiotiques, des antalgiques et des anti-inflammatoires stéroïdiens. Le brossage dentaire est effectué avec une brosse à dents chirurgicale et des bains de bouche à la chlorhexidine (0.12%) sont prescrits jusqu'à la dépose des sutures.

1.3.4 Conclusion

Même si on obtient de bons résultats cliniques avec les corticotomies conventionnelles, le côté invasif de cette chirurgie n'a jamais permis son développement. Ainsi certains auteurs ont cherché à développer une autre technique chirurgicale permettant d'obtenir les mêmes résultats cliniques en diminuant de façon très significative le côté invasif de l'intervention : la Piezocision.

2.La corticotomie alvéolaire par Piézocision

2.1 Généralités

Les corticotomies alvéolaires par Piézocision sont réalisées avec un bistouri ultrasonore plus communément appelé Piezotome®.



Figure 6 : Un exemple de bistouri ultrasonore : le Piezotome 2® (22)

Le bistouri ultrasonore est un instrument capable de découper avec précision les tissus durs et de faciliter le clivage des interfaces solides. Pour cela, il utilise des microvibrations de moyenne fréquence générées par un transducteur piézoélectrique et appliquées à des inserts au nitrure de titane et/ou diamantés. (23)



Figure 7 : Inserts ultrasoniques développés pour la réalisation d'une Piézocision (22)

Les appareils piézoélectriques sont constitués :

- D'un générateur de moyenne fréquence contenant un circuit électronique de commande et un circuit de contrôle à ultrasons relié par un cordon à un transducteur (pièce à main)
- D'une pompe péristaltique permettant une irrigation du système (de 0 à 150 ml/min) engendrant un refroidissement des inserts et permettant un effet de cavitation.
- D'inserts dont la forme et l'utilisation varient en fonction de l'indication souhaitée
- D'une clef dynamométrique pour visser les inserts
- D'une pédale de commande
- D'une pièce à main contenant un empilement de pastilles céramique piézoélectriques qui génèrent les vibrations de moyenne fréquence.

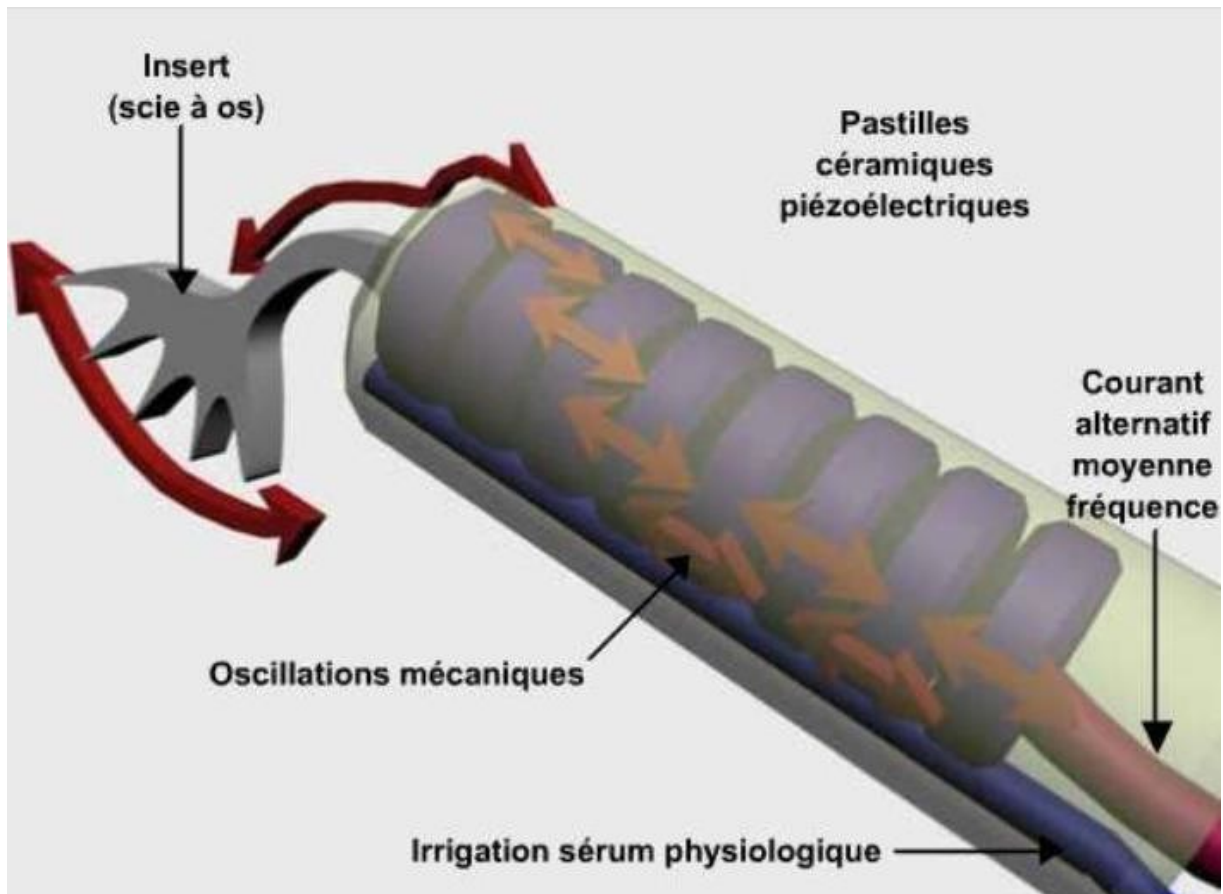


Figure 8 : Le bistouri ultrasonore (23)

Le bistouri ultrasonore se démarque des détartreurs conventionnels selon quatre paramètres : les fréquences du générateur, la masse, la dureté et la forme des inserts (23)(24).

2.2 Intérêts de la Piézocision

La technique de Piézocision présente cliniquement des résultats similaires à ceux obtenus après corticotomie conventionnelle avec les avantages d'être plus courte à réaliser, mini invasive et nettement moins traumatique pour le patient. Cliniquement, la diminution du temps de traitement est équivalente à celle obtenue par corticotomie conventionnelle.

Sur le plan technique, quarante-cinq minutes à une heure suffisent pour une intervention complète maxillaire et mandibulaire avec greffe contre trois à quatre heures pour les techniques classiques.

De plus, si les méthodes classiques pouvaient être associées à certaines complications parodontales, il semble que le fait de ne pas élever de lambeau dans la technique mini invasive écarte ces risques. De plus, la corticotomie est réalisée seulement en vestibulaire. Il y a une préservation des papilles limitant fortement le risque de récession (25).

Enfin, les suites opératoires après Piézocision sont nettement plus légères et permettent un retour à des activités normales rapidement après l'intervention. Les douleurs opératoires sont généralement minimales et bien tolérées par le patient (26).

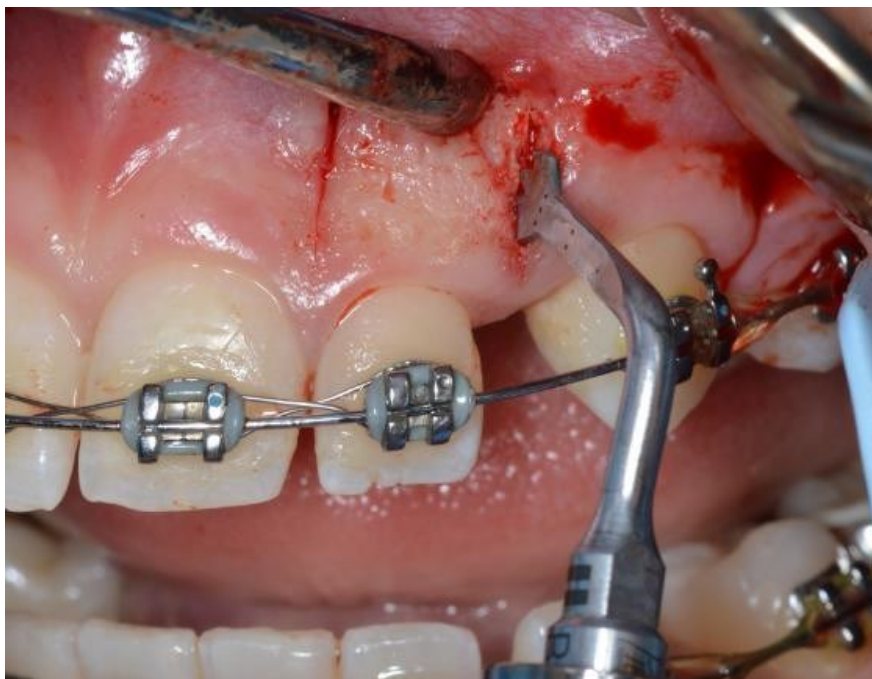


Figure 5 : Corticotomie réalisée en site de 22 (27)

2.3 Inconvénients et limites de la technique

Du fait de l'absence d'élévation de lambeaux muco périostés, les incisions corticales peuvent présenter un risque de lésions radiculaires, notamment en cas de forte proximité. Un risque existe également au niveau des foramina mentonniers. Une radiographie panoramique ainsi que des vues rétro-alvéolaires des zones à risques sont donc indispensables à la préparation de l'intervention. L'apport de l'imagerie tridimensionnelle compensera l'absence de vision directe des structures osseuses.

Une précaution supplémentaire est également de rigueur quant à la localisation des incisions gingivales. Il est très important de rester au minimum à 2 mm de la gencive marginale afin d'éviter la formation de fentes cicatricielles.

En cas de pigmentations gingivales d'origine ethnique, la technique de piézocision peut créer un problème d'ordre esthétique. En effet, chaque incision est susceptible de laisser une trace qui ne se repigmentera pas, laissant des cicatrices et un préjudice esthétique chez les patients présentant un découvrément gingival excessif. Il faudra donc avertir ces patients du risque potentiel de cicatrices post-opératoires. (28)

2.4 Technique opératoire

Le plan de traitement doit être établi à partir d'un examen orthodontique classique (examen clinique, modèles, photographies, examens radiologiques complémentaires). L'utilisation des corticotomies ne modifie en aucun cas l'importance accordée au diagnostic.

Lors d'un second rendez-vous, le patient reçoit une explication de la chronologie et des différentes étapes de traitement. Il est primordial d'insister d'emblée sur l'importance d'activer les dispositifs orthodontiques toutes les deux semaines, pour entretenir la contrainte mécanique sur l'os alvéolaire. Si le patient n'a pas la motivation suffisante pour respecter ce programme, des plans de traitements alternatifs doivent être préférés.

Un traitement d'orthodontie, avec ou sans assistance de corticotomies, doit être réalisé sur un parodonte parfois réduit mais parfaitement sain. L'orthodontiste détermine les mouvements à envisager et les dents servant d'ancrage. Les secteurs non concernés par la chirurgie auront des capacités d'ancrage supérieures. L'orthodontiste prescrit la réalisation des corticotomies dans des zones précises. Il faut aussi prendre en compte les exigences esthétiques et parodontales pouvant modifier l'intervention : par exemple, si un patient présente une récession gingivale dans une zone nécessitant des corticotomies, une plastie gingivale doit être associée. De même, une greffe osseuse doit être réalisée en cas de risque ou de présence avérée de fenestration. Si les deux arcades ne présentent pas le même degré de correction, on peut réaliser les corticotomies sur l'une et non sur l'autre tout en corrigeant les deux arcades

en même temps. Quelle que soit la technique chirurgicale utilisée, les examens nécessaires à assurer la sécurité des structures adjacentes à l'intervention doivent être réalisés (29) (bilan rétroalvéolaire, scanner, cone beam).

Les dispositifs mécaniques sont placés à la suite des consultations d'orthodontie et de parodontologie. La chirurgie est réalisée une à deux semaines après la pose de l'appareillage. Ce délai permet d'obtenir une initiation de l'activité ostéoclastique par la stimulation mécanique dans la région où sera réalisée la chirurgie : on parle de pré-activation orthodontique.

La chirurgie est pratiquée sous anesthésie locale. Des incisions gingivales verticales sont réalisées sous la papille interdentaire au moyen d'une lame numéro 15 et maintenues autant que possible dans la gencive attachée (figure 6a). Ces incisions ne nécessitent pas d'être étendues (micro-incisions), mais doivent cependant traverser le périoste, permettant ainsi à la lame d'entrer en contact avec l'os alvéolaire.

Une instrumentation ultrasonique (figure 6b) est alors utilisée pour effectuer les traits de corticotomie au travers des micro-incisions gingivales et sur une profondeur de 3 mm en moyenne, correspondant à l'épaisseur de la corticale osseuse (figure 6c). Notons qu'aucune suture n'est nécessaire mis à part dans les zones où une greffe osseuse est déposée. (28)

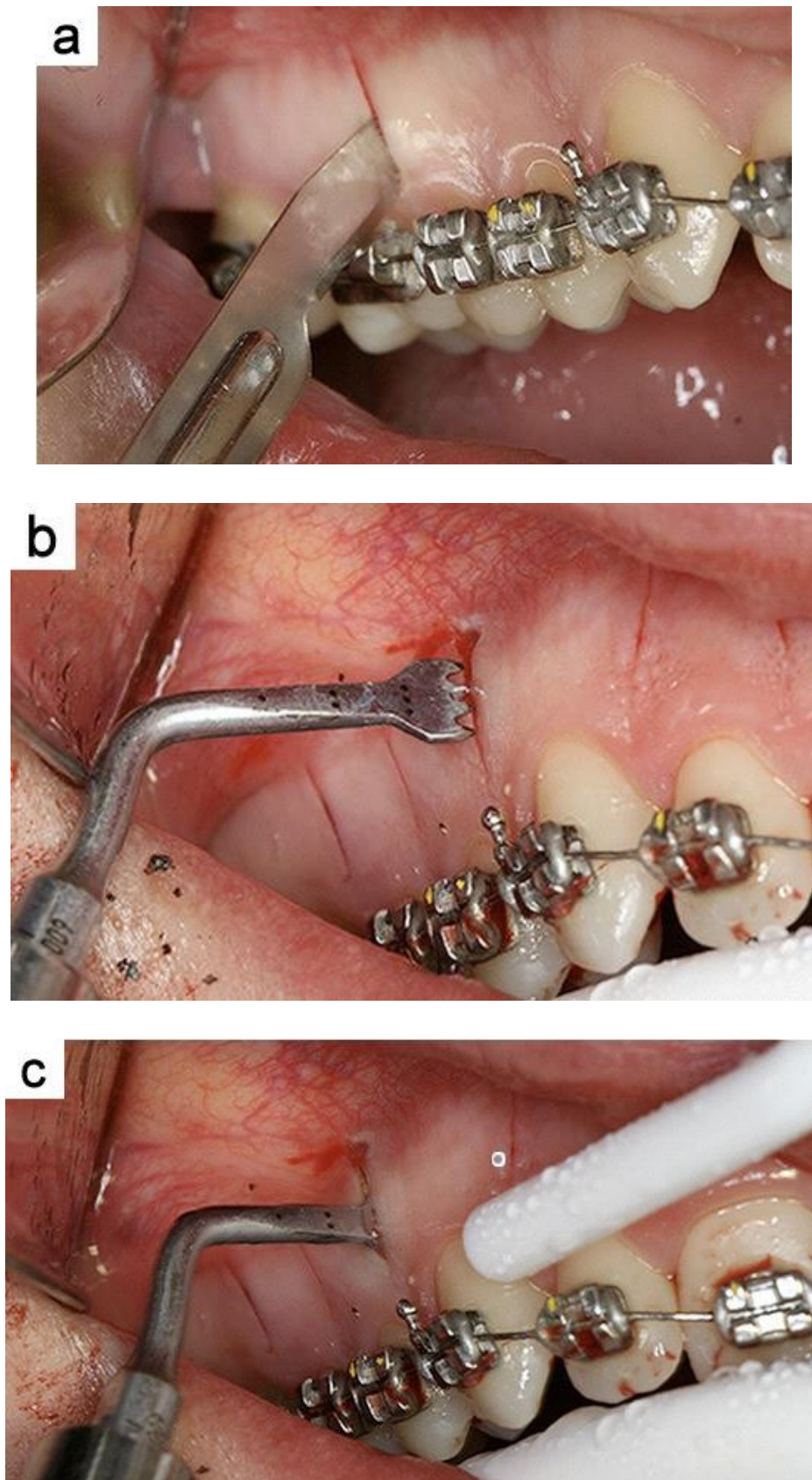


Figure 6 : Réalisation d'une corticotomie par Piézocision (a : réalisation des incisions / b et c : réalisation de la Piézocision) (30)

2.5 Greffe osseuse associée

Des augmentations sélectives de tissu mou ou de tissu osseux peuvent être réalisées conjointement à la corticotomie par une technique de tunnelisation afin de renforcer les dents avec un support parodontal affaibli.

Au niveau des zones nécessitant une augmentation osseuse, un tunnel est réalisé au moyen d'un élévateur inséré entre les incisions gingivales afin d'aménager un espace suffisant pour recevoir la greffe. L'allogreffe est alors déposée et les incisions suturées (sutures résorbables 5-0). Typiquement, cette greffe est réalisée en cas de dysharmonie dento-maxillaire sévère de la zone antérieure mandibulaire. Alors que seulement trois incisions gingivales (entre les centrales et en distal des latérales) sont nécessaires à la tunnelisation, nous noterons que les incisions corticales sont réalisées entre chaque dent. Lorsque des extractions sont indiquées, celles-ci peuvent être effectuées pendant l'intervention, le « phénomène d'accélération régionale » (RAP) obtenu par corticotomie étant limité au voisinage immédiat. Il convient d'effectuer deux incisions corticales en regard de l'alvéole afin de faciliter la fermeture rapide de l'espace. Soulignons que les incisions et la greffe, quand elle a lieu, sont effectuées uniquement en vestibulaire. L'approche linguale et palatine des corticotomies conventionnelles disparaît.



Figure 7 : Réalisation d'une greffe osseuse simultanément à la corticotomie (30)

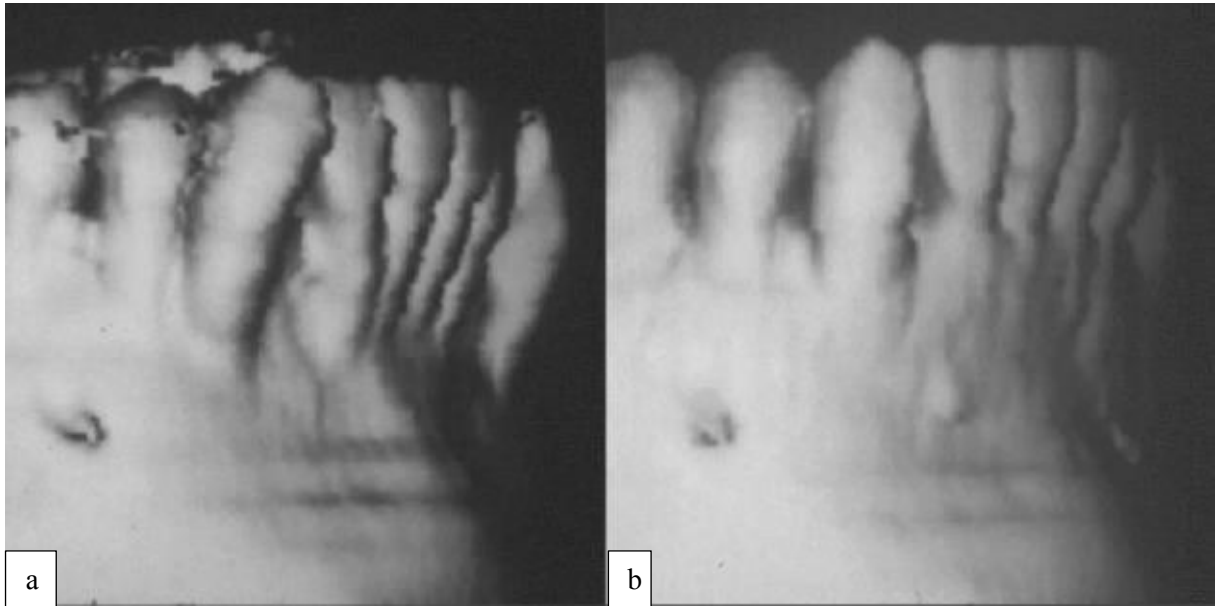


Figure 8 : a : Scanner réalisé en 1997 avant la réalisation d'une corticotomie

**b : Scanner réalisé 8 ans post corticotomie associée à une greffe osseuse
(21)**

2.6 Suivi post-opératoire

Au terme de l'intervention, le patient est placé sous antibiotiques, anti-inflammatoires non stéroïdiens ou paracétamol et bains de bouche à base de chlorhexidine (0.12%). Il conviendra d'éviter de brosser les sites chirurgicaux pendant la première semaine post-opératoire afin de permettre une cicatrisation gingivale harmonieuse.



Figure 9 : Cicatrisation à une semaine : les suites opératoires sont minimales. (27)

3.Corticotomie, mouvement dentaire et biologie osseuse

3.1 Principes biologiques du déplacement dentaire

3.1.1 Aspect physiologique général

Tout au long de la vie, les dents des secteurs latéraux ont tendance à se mésialer et à s'égresser de façon physiologique. En orthodontie, le praticien cherche à obtenir un déplacement des dents au sein du tissu osseux calqué sur cette migration physiologique, grâce à des forces appliquées sur ces dents par des dispositifs mécaniques. Il est donc nécessaire de connaître et maîtriser les phénomènes histologiques afin que notre thérapeutique reste dans les limites physiologiques. Toutefois, l'évaluation de la réponse cellulaire et tissulaire aux pressions exercées est très difficile, étant donné qu'elle dépend de plusieurs facteurs locaux, généraux et hormonaux. L'objectif est d'appliquer un système de forces efficace sans entraîner de lésions osseuses, parodontales ou dentaires (31).

3.1.2 Histophysiologie du déplacement dentaire

3.1.2.1 Rappels et définition

Le déplacement orthodontique est le résultat d'une réponse biologique vis-à-vis d'une perturbation de l'équilibre physiologique du complexe dentofacial. Les phénomènes cellulaires qui vont alors survenir ont pour but de recréer un équilibre momentanément perturbé par l'application d'une force (32).

Les pressions transmises au cours du déplacement orthodontique s'appliquent au niveau du desmodonte, de l'os alvéolaire et du ciment.

A la suite de ces pressions, on peut observer au niveau ligamentaire des zones comprimées dites « en pression » et des zones étirées dites « en tension » (33).

3.1.2.2 Les éléments histologiques concernés

Le desmodonte : ligament alvéolodentaire

Il est composé de cellules (fibroblastes, cellules médullaires, cellules osseuses, cellules sanguines), d'une matrice extra-cellulaire (collagène : fibres principales de Sharpey et fibres secondaires), de vaisseaux sanguins et de terminaisons nerveuses.

Sa présence est indispensable, car sans lui le mouvement dentaire est impossible. Il est le siège principal du remodelage osseux pendant le déplacement dentaire car il est la première cible des forces mécaniques du déplacement dentaire. Il possède un renouvellement cellulaire et fibrillaire continu, ce qui permet une adaptation permanente à la nouvelle position de la dent. (33)

En cas de rupture de ce ligament, une prolifération osseuse peut survenir, réunissant alors l'os alvéolaire et le ciment : on parlera d'ankylose. Cette ankylose dentaire empêche tout déplacement naturel ou forcé de la dent. Il en va de même pour les implants dentaires qui sont par définition ostéo-intégrés. (34)

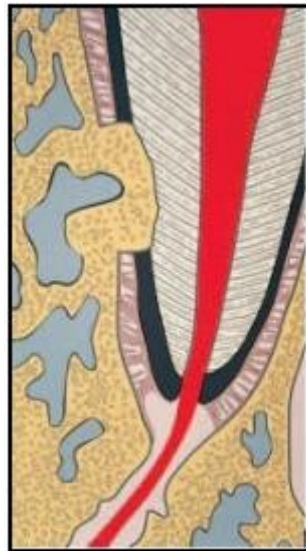


Figure 9 : Rupture du desmodonte (34)

L'os alvéolaire

Il naît et disparaît avec l'organe dentaire. Il comprend : l'os cortical, l'os spongieux et l'os fasciculé. L'os alvéolaire est en activité continue. Il est sujet à de nombreux remaniements réalisés par les ostéoblastes, les ostéoclastes et ostéocytes qui ont la capacité d'adapter physiquement l'architecture osseuse aux modifications de contraintes auxquelles elle est soumise. (33)

Le ciment

C'est un tissu minéralisé non vascularisé et non innervé. Il a un important pouvoir réparateur et protecteur. Il subit de nombreux remaniements mais possède un seuil de réaction plus élevé que le tissu osseux ce qui rend le déplacement dentaire possible (33). Le ciment peut se résorber dans les mêmes conditions que l'os mais du fait de ce seuil plus élevé, il lui faut une force plus importante et de plus longue durée. Des résorptions radiculaires sont observées à proximité des zones hyalines. Elles touchent 60 à 90% des individus. On distingue la résorption marginale située sur les faces latérales de la racine, qui se répare par apposition de ciment secondaire, et la résorption apicale qui est irréversible (35).

3.1.2.3 Migration dentaire

La migration physiologique correspond au déplacement spatial spontané des dents après la fin de leur éruption. Cette migration a une direction constante qui est mésiale chez l'homme. On distingue une zone de résorption à l'avant du déplacement et une zone en apposition à l'arrière. La paroi de l'alvéole n'est pas la seule impliquée dans cette migration et tout l'os alvéolaire, spongieux et cortical, est entraîné par des phénomènes d'apposition et de résorptions osseuses. Selon Baron, au cours de cette migration, toute travée osseuse tend à maintenir son épaisseur constante (33).

Face en apposition

On observe une surface lisse avec présence de nombreuses cellules mononuclées : le modelage s'effectue le long de la lamina dura, et le remodelage osseux sur la face interne du périoste. Ces remaniements ont lieu dans des foyers bien localisés : les *basic multicellular unit (BMU)*. Les activités cellulaires seront opposées sur la surface ligamentaire et sur la surface endostée.

- **Du côté du ligament alvéolo dentaire** : apposition osseuse continue qui enferme les fibres de Sharpey formant l'os fasciculé.

- **Du côté endosté** : on observe une résorption de l'os fasciculé ancien par des ostéoclastes à laquelle succède, de manière cyclique, une apposition d'os lamellaire par des ostéoblastes endostés. Une ligne d'inversion sépare ces deux types d'os.

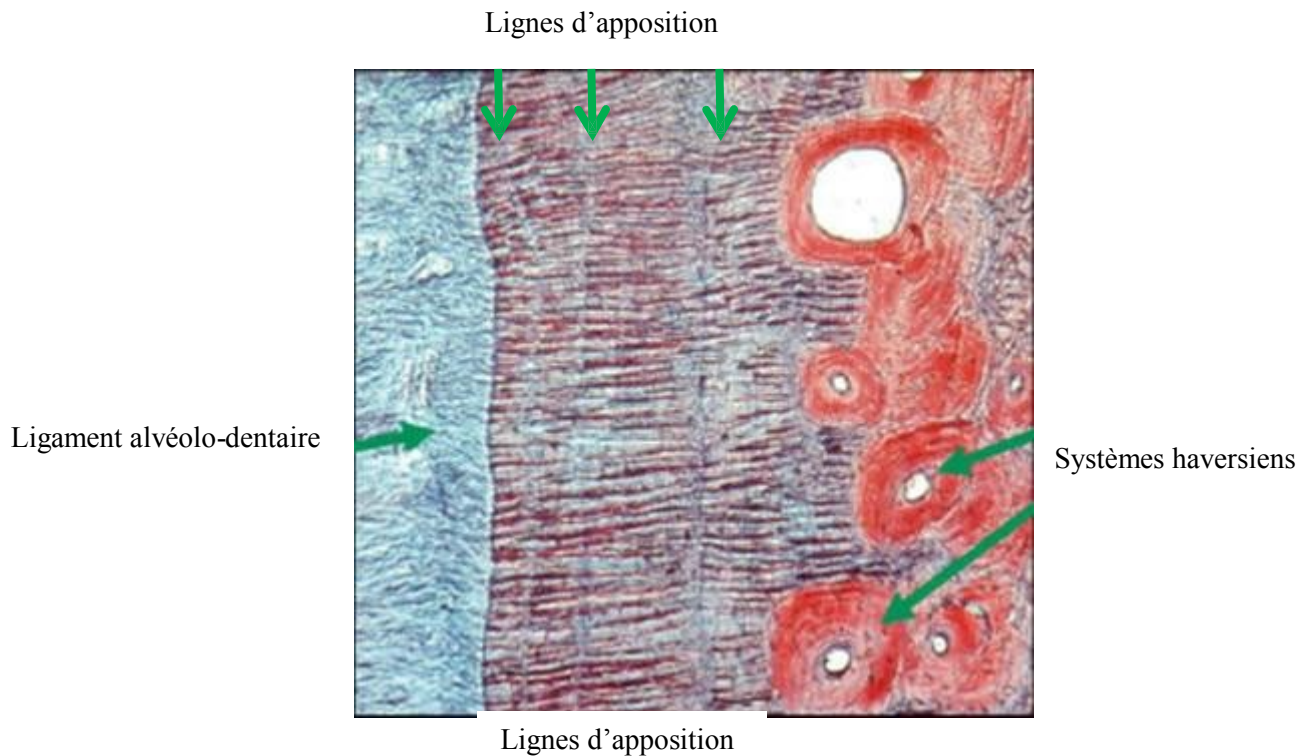


Figure 10 : Coupe histologique longitudinale d'une dent in situ illustrant une face en apposition au niveau de la paroi ligamentaire de l'alvéole (coloration H&E, grossissement original $\times 200$, c Pr. Clergeau-Guérithault) (36).

Face en résorption

- **Du côté endosté** : apposition continue d'os lamellaire tendant à maintenir constante l'épaisseur de la paroi de l'alvéole.
- **Du côté du ligament alvéolo dentaire**, on observe une activité cyclique des cellules osseuses (le cycle ARIF de Baron) :

A : Phase d'activation des précurseurs ostéoclastiques : sous l'action de certains signaux locaux ou systémiques, un groupe de préostéoclastes est activé, prolifère, adhère à l'os et fusionne pour former un ostéoclaste multinucléé.

R : Résorption active avec mise en jeu par les ostéoclastes d'un certain nombre d'enzymes et d'acides. On observe des lacunes de Howship au contact de l'os lamellaire. Les fibres desmodontales disparaissent : perte locale de l'ancrage ligamentaire.

I : Phase d'inversion pendant laquelle des cellules mononucléées, type macrophages, viennent remplacer les ostéoclastes dans les lacunes de résorption. Début de la phase d'inversion avec la synthèse du collagène et fin de l'inversion avec la formation d'une ligne d'inversion et de faisceaux de collagène.

E : Phase de formation osseuse conduite par les ostéoblastes avec une apposition active et formation d'os fasciculé.

On observe une phase de repos, plus ou moins longue, dans l'attente d'un nouveau cycle de résorption-formation (33).

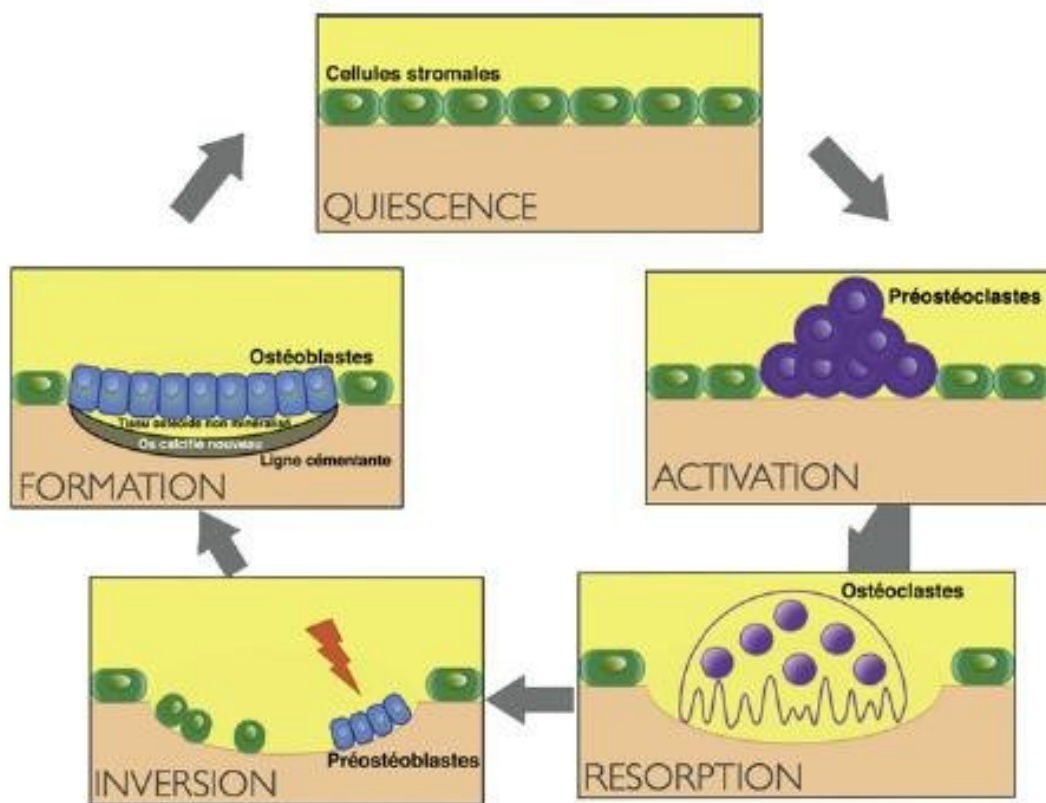


Figure 11 : Cycle ARIF (32)

3.1.3 Le déplacement dentaire provoqué

Immédiatement après l'application de la force, un déplacement rapide de la dent se produit. Il correspond à la mise en jeu du ligament et du système hydropneumatique desmodontal, les

liquides étant chassés des zones de pression vers les zones de tension et les espaces médullaires voisins. Cette déformation a une limite, et si la force se poursuit, le déplacement se poursuit grâce aux possibilités de déformation de l'os alvéolaire. La cause essentielle de ce déplacement est donc hydraulique, liée à la vascularisation (35).

Si la force cesse, il s'ensuit un retour à la normale plus ou moins rapide. La dent retrouve sa position initiale.

Si la force persiste dans le temps, de nouveaux événements se produisent en réponse : c'est via ce déplacement initial que vont apparaître les effets biologiques.

Selon Nefussi, il n'existe pas une face en tension et une face en pression mais une mosaïque de micro-domaines de zones de tension et de pression d'intensité variable. Ces foyers de remaniements asynchrones vont se synchroniser et les micro-domaines se transformeront en zone d'activité commune : réponse biologique synchronisée et unique.

Côté en pression :

Le desmodonte et l'os alvéolaire ont une tendance fondamentale : maintenir leur épaisseur constante. A toute diminution de l'espace desmodontal par compression correspond, avec une certaine latence, une réaction ostéoclastique tendant à rétablir l'espace desmodontal primitif. Il existe deux types de résorptions selon l'intensité de la force :

- ***Une force plus importante*** va entraîner une résorption indirecte. Le rétrécissement desmodontal entraîne une compression vasculaire immédiate avec une possibilité d'arrêt de l'apport métabolique, une compression des faisceaux de collagène qui chasse les cellules de la substance fondamentale et une possible dégénérescence cellulaire. Cette zone, constituée de fibres de collagène tassées, a un aspect vitrifié : c'est la zone hyaline. Elle provoque un arrêt du mouvement dentaire correspondant au temps de latence nécessaire au tissu osseux pour se remodeler. Cette zone hyaline va reculer sous l'effet d'un processus de résorption défini par le type d'enveloppe osseuse :

- à proximité des espaces médullaires, on décrit une résorption indirecte endostée :
résorption frontale ;

- à proximité des parois osseuses fines, on décrit une résorption indirecte périostée qui peut aboutir par une fenestration : résorption latérale.

La zone subit une compression importante, la vascularisation est impossible et la zone de hyalinisation est étendue et durable (la différenciation cellulaire sera très lente). La hyalinisation débute au bout de trente-six heures et peut durer de dix jours à trois ou quatre semaines. L'activité la plus importante se fait à distance de la zone hyalinisée et dans les espaces médullaires où la pression est plus faible. Elle permet la différenciation cellulaire. Le mur osseux est « miné » par cette résorption indirecte. Une fois que ces régions sont résorbées jusqu'à la zone hyaline, on obtient un déplacement dentaire soudain. Si la force est encore importante, une nouvelle phase de résorption indirecte commence, sinon la résorption sera directe.

- ***Une force faible*** va entraîner une résorption directe : l'espace desmodontal se rétrécit et la vascularisation est perturbée mais peut quand même se produire, permettant aux éléments cellulaires d'atteindre la zone de compression. Après un temps de latence court, il se produit une première phase de résorption latérale directe par les ostéoclastes qui permettent de détruire l'os à la périphérie de la zone hyaline. Les fibroblastes vont coloniser l'ancienne zone hyaline. La résorption frontale directe succède alors à la résorption latérale directe. Si la grande légèreté de la pression permet d'éviter toute hyalinisation, on observe une résorption frontale directe destinée à compenser la faible diminution de l'espace ligamentaire.

L'importance de la hyalinisation est en rapport direct avec l'intensité de la force appliquée.

L'orthodontiste cherchera à obtenir la hyalinisation la plus faible possible en diminuant l'intensité des forces.

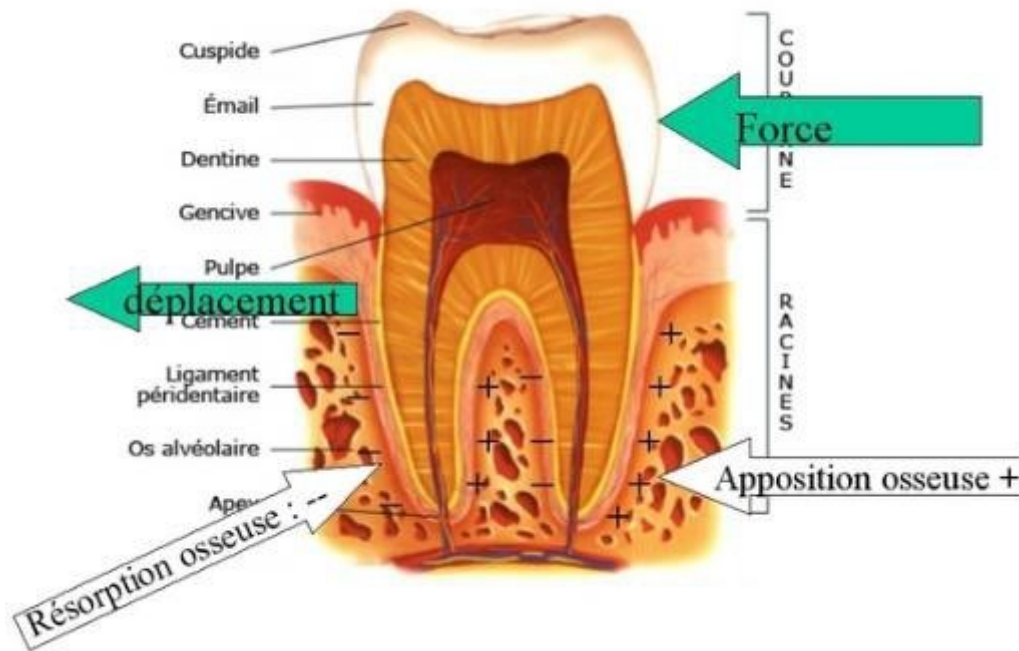


Figure 12 : Le déplacement dentaire (35)

Côté en tension :

L'élargissement de l'espace desmodontal entraîne une tension des fibres ligamentaires, une compression de la substance fondamentale entre les faisceaux des fibres et un déplacement liquidien en provenance du côté en pression. On observe une reconstruction de l'espace ligamentaire par un épaississement de la paroi alvéolaire et un remodelage du tissu osseux périphérique. Les réactions appositionnelles débutent par une différenciation des cellules mésenchymateuses en ostéoblastes (qui formeront du tissu ostéoïde) et en fibroblastes (générateurs de nouvelles fibres desmodontales). Parallèlement à cette apposition osseuse directe, il existe, en périphérie, un dépôt osseux compensateur qui tend à maintenir constante l'épaisseur d'os alvéolaire (apposition osseuse indirecte).

- ***Si la force est légère,*** il y a un élargissement de l'espace desmodontal et des espaces vasculaires qui entraîne une augmentation du nombre d'ostéoblastes et de fibroblastes et une diminution des ostéoclastes. Ensuite, du tissu ostéoïde non résorbable apparaît au bout de vingt-quatre heures. Il devient de l'os mature après dépôt de substance minérale au bout de

plusieurs semaines et s'oppose au mouvement de récive. Au niveau du ligament alvéolo dentaire, il y a synthèse de fibres de collagène.

- ***Si la force est plus importante***, il se produit une hyper-réaction ostéoclastique durant les premiers jours. Elle entraîne une lyse des fibres ligamentaires. Ces cellules seraient ensuite relayées par de fibroblastes et des ostéoblastes (31)(35).

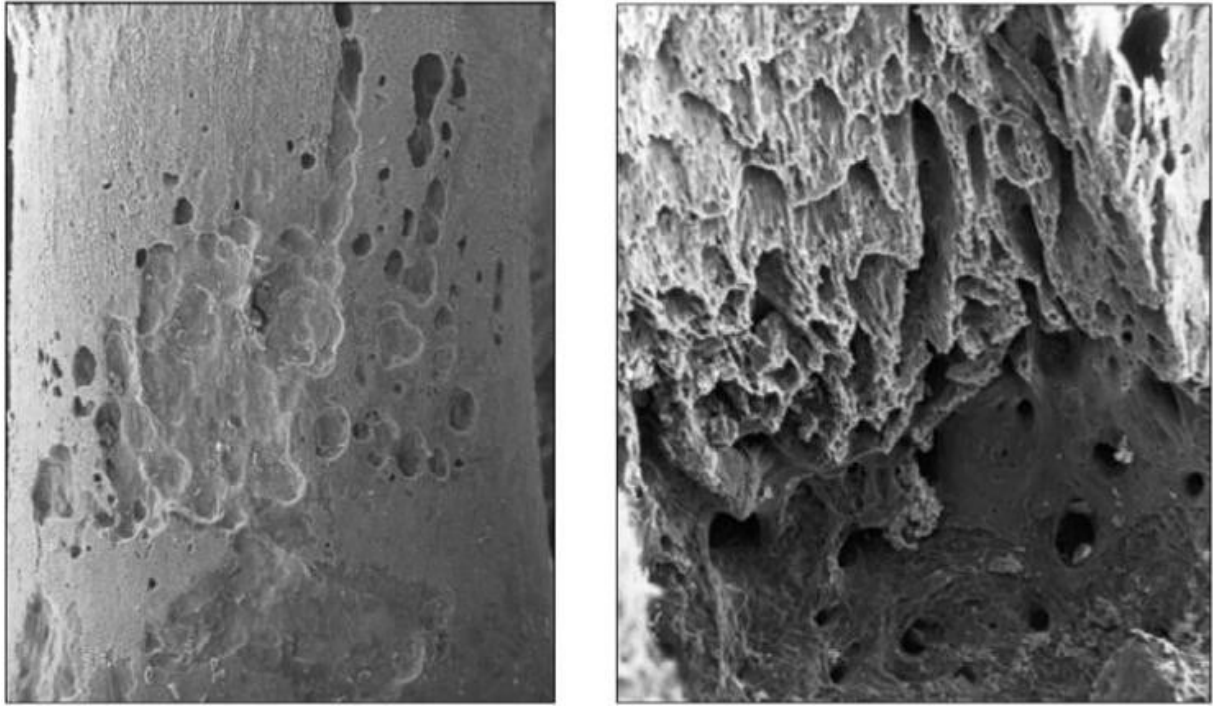


Figure 13 : Comparaison des zones en pression (à gauche) et en tension (à droite) en réaction à 0.4 N de force pendant 5 jours. A gauche, la résorption du mur alvéolaire se fait sous forme de lacunes. A droite, ostéogénèse sous forme de spicules s'étendant à partir du mur alvéolaire (37).

3.1.4 Mécanismes de transformation d'une force en déplacement dentaire

Il s'agit d'analyser les mécanismes qui transforment une composante physique, la force, en des phénomènes histologiques et cellulaires aboutissant à un autre phénomène physique : le déplacement dentaire. L'application d'une force sur une dent aboutit à des déformations des éléments de la matrice extracellulaire, des éléments cellulaires, et des éléments vasculaires et nerveux.

La conversion d'un stress mécanique en réponse cellulaire va se faire : soit par mécanotransduction, soit par réaction inflammatoire.

Bien que décalés dans le temps, ces deux phénomènes apparaissent systématiquement à chaque activation (38).

La mécanotransduction représente la réponse la plus physiologique pouvant survenir avec une croissance et un remodelage normal de l'os. Elle constitue la réponse primaire à l'application d'une force en induisant une polarisation des tissus à la suite de la courbure de l'os alvéolaire.

L'application d'une contrainte est responsable de variations structurelles et fonctionnelles des protéines de la matrice extracellulaire, du cytosquelette et des membranes cellulaires, modifiant leur perméabilité à certains ions. Ces modifications exposent des sites de fixation focale où se lient les intégrines $\alpha 3 \beta 5$, protéines cellulaires transmembranaires. Ces molécules assurent la liaison entre la matrice extracellulaire déformée et les protéines du cytosquelette.

Cette fixation permet la déformation mécanique des cellules assurée par :

- le cytosquelette et les voies de signallement intracellulaire ;
- les canaux ioniques mécanosensibles ou chémosensibles (39)
- les phospholipides et les récepteurs couplés à la protéine G activant l'adénylate cyclase. Celle-ci stimule à son tour des protéines kinases et participe, au niveau nucléaire, à la réponse cellulaire.

Les cellules qui remplissent cette fonction sont différentes selon la structure considérée. Ainsi, pour le ligament alvéolodentaire, cette fonction est dévolue aux fibroblastes. Pour l'os alvéolaire, les ostéocytes sont les cellules mécanosensibles (40).

La réaction inflammatoire constitue la voie de signalisation la plus fréquente résultant de l'altération des tissus par l'application de la force orthodontique et mettant en jeu de nombreuses molécules de signalisation. Le recrutement des ostéoblastes, des progéniteurs des ostéoclastes, ainsi que les phénomènes d'extravasations et de chimiotactismes débutent dans les zones de tension et de pression du desmodonte à la suite de la compression et de l'étirement des fibres et des cellules. La phase précoce du déplacement est une réaction inflammatoire aiguë au cours de laquelle apparaissent une gêne fonctionnelle et une sensation douloureuse. L'écrasement des fibres nerveuses entraîne une augmentation de la sécrétion de neuropeptides calcitonin gene-related protein (CGRP) et de substance P (41)(42). Par la suite, il se produit une vasodilatation des capillaires, une augmentation du flux sanguin, une extravasation de plasma, une migration de leucocytes et la production de nombreuses

cytokines (Il1, TNFa, TNFb, INFg, PDGF). Ces substances ou premiers messagers interagissent directement ou indirectement avec toutes les populations cellulaires paradentaires. Elles agissent selon un mode autocrine ou paracrine, en synergie avec de nombreuses substances produites par les cellules cibles (prostaglandines, facteurs de croissance, cytokines). D'autres premiers messagers apparaissent sous l'effet des cytokines (substance P, Il1), de la contrainte ou de facteurs hormonaux (parathormone). L'acide arachidonique, qui constitue la membrane cellulaire, est métabolisé soit par la cyclo-oxygénase, soit par la lipo-oxygénase. Lors du déplacement dentaire, la contrainte appliquée induit la stimulation de protéines kinases stimulées par les signaux extracellulaires (ERK1/2), responsables de l'activation de la cyclo-oxygénase (43). L'acide arachidonique est alors transformé en thromboxanes A2 et en prostaglandines E1, I2, E2 (activateurs de la résorption osseuse (44)(45)) qui jouent un rôle clé dans le déplacement dentaire (46). L'ensemble de ces premiers messagers issus des cellules immunitaires et nerveuses va par la suite se lier aux récepteurs membranaires. Les informations sont alors converties en seconds messagers au sein du cytoplasme cellulaire. Ces molécules interagissent alors avec des enzymes cellulaires (protéines kinases) permettant ainsi l'expression de la réponse cellulaire (mobilité, différenciation, prolifération, synthèse, sécrétion).

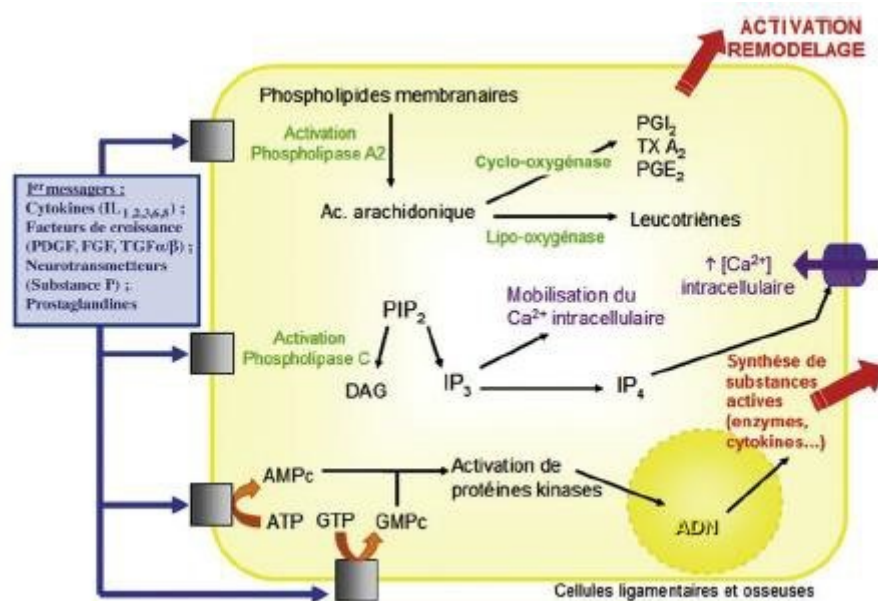


Figure 14 : Principales voies de signalisation intracellulaire consécutives à l'application d'une force orthodontique (32)

Au niveau de l'os, les ostéoblastes ont un rôle dans le début de la résorption car les signaux qu'ils reçoivent, via leurs récepteurs, entraînent la formation de collagénase. Celle-ci entraîne

l'élimination du collagène, exposant la matrice minéralisée permettant la résorption osseuse par les ostéoclastes. Les ostéoblastes participent donc à la résorption osseuse comme cellules transductrices d'un message.

Au niveau du ligament, le fibroblaste gère simultanément la synthèse et la dégradation du collagène. Il a également un rôle de régulation au niveau du remodelage osseux.

3.1.5 Répercussions d'une force sur la dent et sur son parodonte

Sur le ciment :

La traction des fibres desmodontales stimulent la néoformation de ciment sur les surfaces radiculaires en tension qui s'épaississent ainsi d'une couche de cémentoïde non calcifié. Selon les auteurs, les résorptions cémento-dentaires des racines touchent 60 à 90% des dents soumises à une force orthodontique. La plupart de ces dents seront réparées par apposition de ciment secondaire sauf si les forces employées sont importantes et continues.

Sur la pulpe dentaire

On note une hyperhémie passive veineuse, puis un œdème, des exsudations et des hémorragies de la pulpe, heureusement réversibles. Bourgoin ne note aucun arrêt de la circulation pulpaire, lors des mouvements d'ingression, seul un ralentissement du flux sanguin en rapport avec l'augmentation de la force d'ingression. Mostafa note, lors des mouvements d'extrusion, des vaisseaux sanguins congestionnés et dilatés, une dégénérescence odontoblastique, une vacuolisation et un œdème des tissus pulpaire. Pour Terk, l'absence de pulpe ne modifie en rien la vitesse du déplacement dentaire.

Sur l'innervation

Loescher et al. ont montré que les propriétés des mécanorécepteurs parodontaux sont altérées pendant le déplacement dentaire (certains changements persistent huit semaines après la dépose). La douleur peut survenir dans les trois jours qui suivent la pose de l'appareil (douleur produite par les fibres C amyéliniques et les petites fibres Aδ du desmodonte).

Sur l'os alvéolaire

Comme décrit précédemment, on observe des zones en tensions et des zones en pressions. De façon schématique, on distingue des zones au repos, en modelage et en remodelage.

Sur le ligament alveolo dentaire

- **Vascularisation** : la compression du ligament provoque une oblitération partielle ou totale des vaisseaux du ligament alors que du côté en tension, les vaisseaux sont dilatés. Après sept jours, la vascularisation est toujours augmentée du côté en tension où l'on note l'apposition d'un os nouveau. Du côté en pression, la vascularisation est rétablie.
- **Les fibres** : l'application d'une force sur une dent diminue en diminuant la résistance à la traction du ligament. Le remaniement des fibres, subissant des forces orthodontiques, peut amener une rupture de l'insertion de ces fibres par une résorption due aux ostéoclastes. Les fibres supra-crestales gingivales interdentaires jouent un rôle important dans le déplacement dentaire et sont un facteur limitatif de sa vitesse : leur fibrotomie accélère le mouvement de la dent.

Sur le tissu gingival

Lors d'un déplacement, la dent n'entraîne pas seulement l'os de soutien mais également l'ensemble du parodonte avec les tissus gingivaux (31).

3.2 Principes biologiques de la décortication osseuse

3.2.1 Piézocision et biologie osseuse

La biologie du mouvement dentaire rapide après décortication alvéolaire sélective, définie comme la scarification chirurgicale du cortex alvéolaire, se traduit par une diminution transitoire de la densité osseuse, ce qui engendre une zone localisée de moindre résistance.

Initialement, la théorie proposée pour expliquer la rapidité et l'amplitude des mouvements dentaires avec corticotomies a été la théorie des « blocs osseux ». Köle, en effet, suggère que

la corticale est un obstacle majeur aux déplacements dentaires, et que les corticotomies permettent d'individualiser des blocs osseux reliés entre eux uniquement par de l'os médullaire de moindre densité. Les dents ne sont pas mobilisées au sein de l'os mais servent d'ancrage pour mobiliser ces blocs osseux les uns par rapport aux autres, ce qui nécessite selon lui des forces relativement lourdes. Après Köle, toutes les études décrivant des corticotomies se sont référées à cette théorie des blocs osseux (47)(48)(49). Ce n'est qu'à partir de 2001, avec les travaux de l'équipe de Sebaoun, Ferguson et des frères Wilcko, (13) que les mécanismes expliquant les mouvements dentaires accélérés ont été remis en cause : ils estiment que la théorie des blocs osseux n'explique pas les phénomènes observés, et émettent l'hypothèse que c'est le Regional Accelerated Phenomenon, ou RAP, qui en est la cause. Le RAP est une étape de cicatrisation ubiquitaire que Frost, un orthopédiste, a été le premier à décrire en 1983. Cette étape fait suite à toute agression chirurgicale des tissus mous ou osseux, et provoque une réorganisation tissulaire importante, qui rend la consolidation deux à dix fois plus rapide qu'en son absence (6). Frost a décrit ce phénomène dans l'os, suite à une fracture, où cette réorganisation est marquée par un turnover cellulaire accru et par une diminution de la densité et de la calcification osseuses due à une augmentation de l'activité ostéoclasique. Cet état transitoire ostéopénique laisse ensuite la place à une cicatrisation osseuse complète avec un rétablissement de la densité osseuse d'origine.

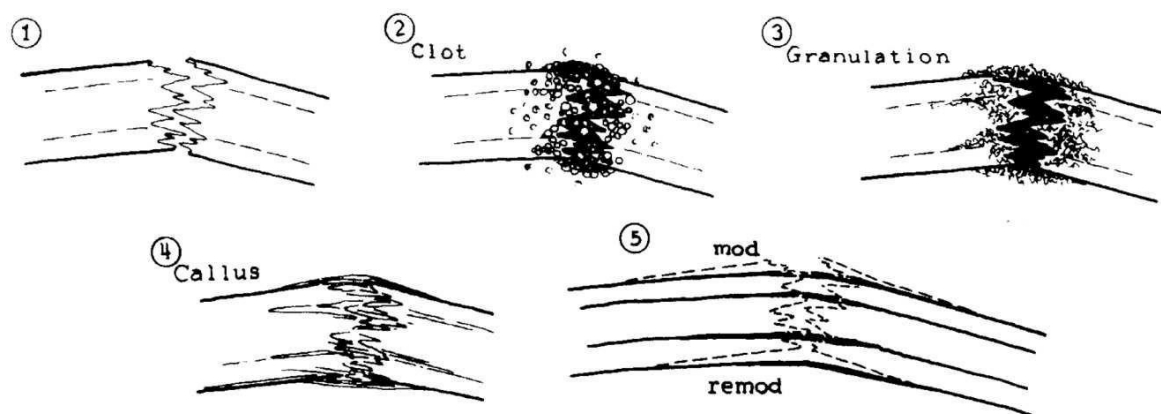


Figure 15 : Fracture d'un os long avec angulation illustrant les étapes de cicatrisation (50).

Le RAP est mis en jeu lors de la consolidation d'un foyer de fracture pour permettre une néoformation d'os à l'origine de la formation d'un cal osseux, mais aussi après n'importe quel type d'agression osseuse (greffe, arthrodèse, ostéotomie). Ce phénomène est d'autant plus

marqué que le site chirurgical est proche et que l'agression est importante. C'est plus probablement ce phénomène de RAP qui est à l'origine des déplacements dentaires accélérés dans les techniques de corticotomie. Le principe des corticotomies alvéolaires est le même que pour la consolidation d'un foyer de fracture, mais la consolidation va ici être guidée par le traitement orthodontique. C'est cette période de consolidation qui permet de maintenir une mobilité dentaire augmentée pendant un certain temps après l'intervention.

3.2.2 L'impact du taux de renouvellement osseux sur l'ampleur des mouvements dentaires orthodontiques

L'influence de modifications systémiques apportées au métabolisme osseux sur la vitesse du mouvement dentaire orthodontique a déjà été étudiée en laboratoire (1) et en clinique. Des conditions qui aboutissaient à une diminution de la densité de l'os alvéolaire donnaient des mouvements dentaires orthodontiques plus rapides. Hellsing et Hammarström (19) ont démontré, chez la femme enceinte, une accélération du mouvement dentaire orthodontique (51).

Dans le modèle du rat, un régime pauvre en calcium associé à la lactation donnait lieu à un hyperparathyroïdisme secondaire qui aboutissait à une augmentation du mouvement dentaire orthodontique (3) ; l'administration locale de vitamine D donnait des résultats similaires (52).

Igarashi et al. (53) ont démontré que les conditions qui induisent une augmentation de la densité osseuse donnaient lieu à des mouvements dentaires plus lents suite à l'administration topique de bisphosphonates.

En 2000, Verna et al. (1) ont confirmé chez le rat l'influence du renouvellement osseux sur la vitesse et sur le type de mouvement dentaire orthodontique. Les auteurs ont induit pharmacologiquement des taux de renouvellement faible et rapide afin de confirmer les études précédentes et pour prouver que le mouvement dentaire était plus rapide dans les cas de renouvellement osseux rapide, et plus lent chez les rats ayant un taux de renouvellement osseux faible par rapport aux animaux normaux.

Afin d'obtenir un mouvement dentaire plus rapide, la balance résorption/apposition doit être modifiée dans le sens d'une accélération du turnover osseux.

3.2.3 L'impact du traumatisme chirurgical sur le taux de renouvellement osseux

Frost a décrit l'impact de lésions chirurgicales sur le métabolisme osseux. Il a trouvé une corrélation directe entre l'importance et la proximité du traumatisme chirurgical et l'intensité de la cicatrisation physiologique. Il a dénommé cela « phénomène d'accélération régionale » (RAP) (50)(6). Dans les tissus sains, la cicatrisation de type RAP est un processus physiologique complexe entraînant une vitesse de renouvellement osseux accélérée et une diminution de la densité osseuse régionale. On appelle « l'ostéopénie » le stade au cours duquel la densité osseuse se réduit alors que le volume osseux reste constant. Ce stade de densité osseuse réduite à la suite d'une intervention chirurgicale est passager et disparaît totalement pendant la cicatrisation (54)(55).

Par ailleurs, le RAP a été observé à la suite d'une incision corticale au niveau d'un tibia de lapin et le renouvellement de l'os spongieux s'est accéléré avec un facteur de cinq, dans le voisinage immédiat de l'entaille de l'os cortical (56).

Plus récemment, Dibart et al. (57) ont montré sur le rat un triplement de la vitesse de renouvellement de l'os spongieux ainsi qu'une diminution significative du tissu calcifié trois semaines après la corticotomie (figure 16.). L'impact de cette lésion s'est limité, en fonction du temps, à la région immédiatement adjacente au site de décortication. Leurs observations histologiques chez le rat (dans le groupe Piézocision + mouvement orthodontique) montrent une précoce et rapide résorption osseuse liée à une augmentation de l'activité ostéoclasique mise en évidence par le marquage de l'enzyme TRAP.

Sur la figure 16, sur la coupe B du « groupe mouvement orthodontique seul » on observe l'apparition de la zone hyaline au niveau du ligament parodontal. Sur la coupe C du « groupe mouvement Piézocision seule », on observe une déminéralisation de la zone inter radiculaire et extra radiculaire. Sur la coupe D du rat « groupe mouvement Piézocision+mouvement orthodontique », on observe aussi une déminéralisation de la zone inter radiculaire et extra radiculaire à sept jours post corticotomie. Cette diminution du tissu calcifié est nettement plus marquée que pour les autres groupes. Ces observations mettent en évidence une nette augmentation de l'activité ostéoclasique suite à la décortication.

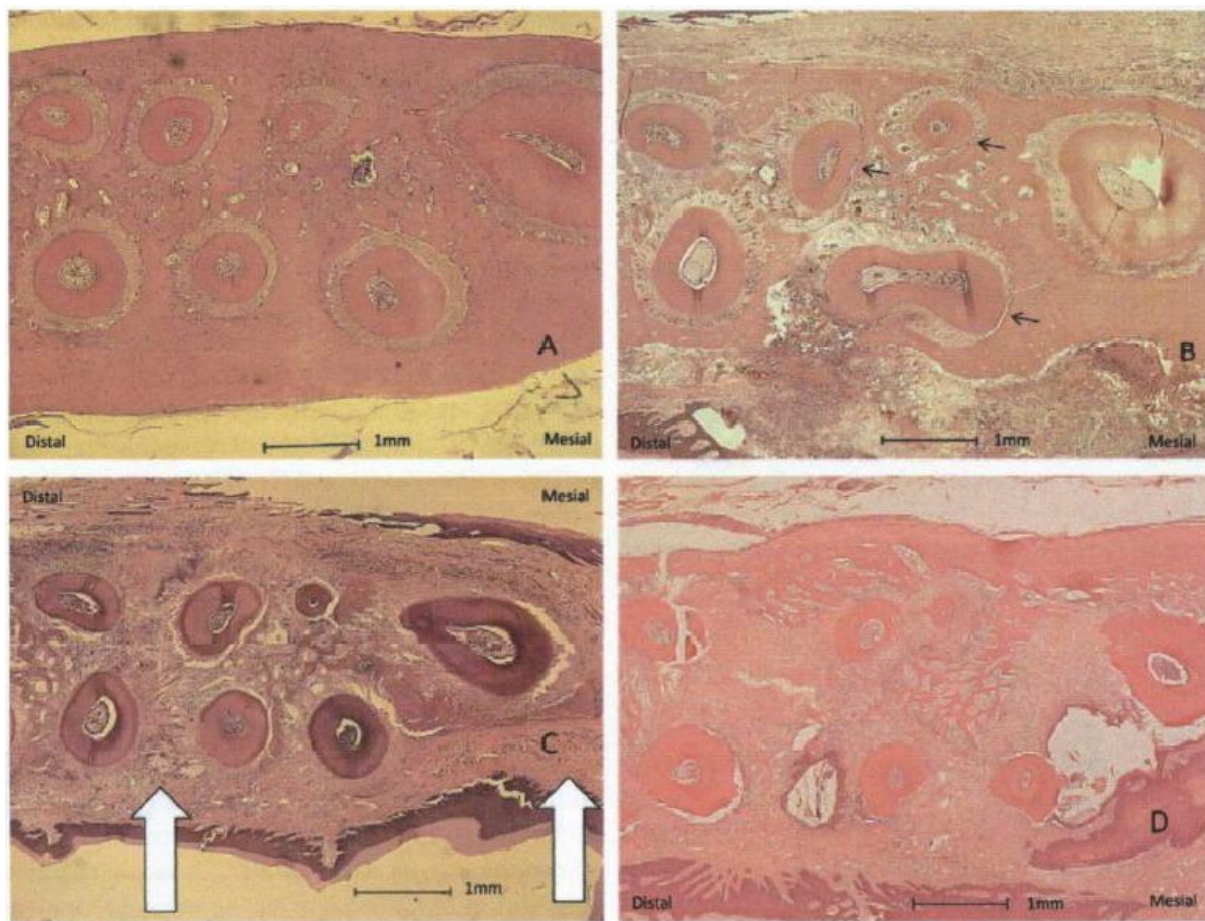


Figure 16 : (A) Coupe horizontale d'un héli maxillaire d'un rat « groupe contrôle » à 7 jours (B) Coupe horizontale d'un héli maxillaire d'un rat « groupe mouvement orthodontique seul » à 7 jours (C) Coupe horizontale d'un héli maxillaire d'un rat « groupe mouvement Piézocision seule » à 7 jours (D)) Coupe horizontale d'un héli maxillaire d'un rat « groupe mouvement Piézocision+mouvement orthodontique » à 7 jours (57)

Le volume d'os médullaire est considérablement diminué au profit du ligament alvéolo dentaire (LAD) élargi. (figure 17) Ce ligament se confond sur les coupes avec le tissu conjonctif qui a remplacé l'os médullaire (B). Ceci n'est possible que si la densité osseuse a fortement diminué, aboutissant à une résorption osseuse sans déplacement dentaire au sein du LAD. A la onzième semaine après la chirurgie, en l'absence de mouvement orthodontique, ces modifications disparaissent et les coupes sont comparables à celles du côté témoin (C).

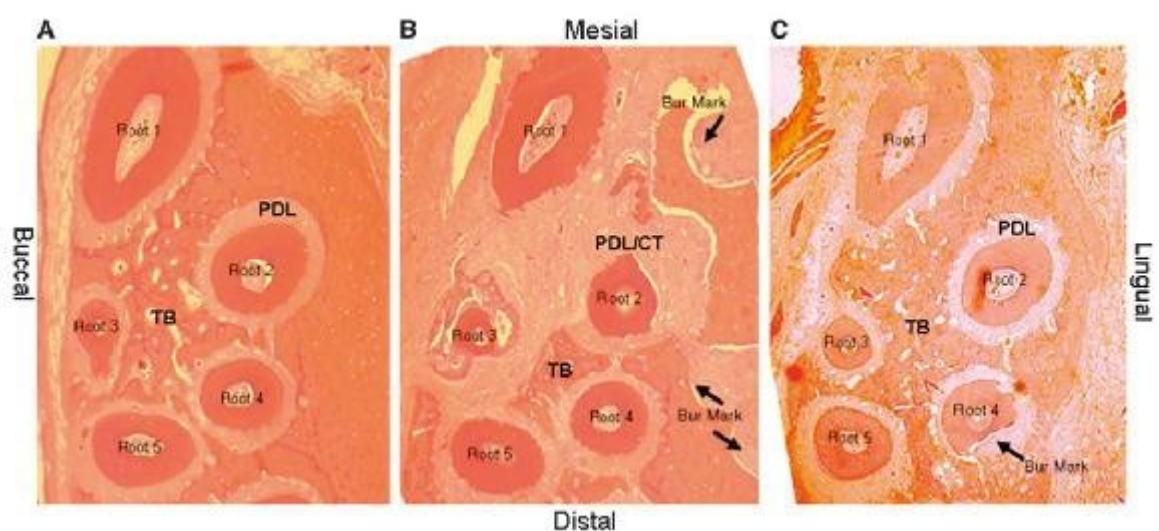


Figure 17 : Coupes histologiques côté témoin (A), côté corticotomies 3 (B) et 11 semaines après la chirurgie (C). TB = os médullaire, PDL= ligament dento-alvéolaire, CT= tissu conjonctif. Les flèches représentent les corticotomies (58)

L'ostéopénie transitoire associée à l'accélération du renouvellement osseux à la suite de la lésion osseuse chirurgicale explique le mouvement dentaire rapide observé.

3.2.4 Décortication sélective et traitement orthodontique accéléré

Trois principes biologiques permettent d'expliquer le mouvement dentaire rapide observé à la suite d'une décortication alvéolaire sélective.

Tout d'abord, la décortication chirurgicale déclenche un processus ostéoclasique induisant un phénomène de réparation tissulaire locale (PAR) en recrutant des cellules ostéoprogénitrices et des agents ostéoinductifs (figure 18). Sur la figure 18, il est mis en évidence une nette augmentation de la concentration de l'enzyme TRAP dans le groupe Piézocision+mouvement dentaire. L'enzyme TRAP est un marqueur de l'activité ostéoclasique.

L'augmentation transitoire des activités cataboliques et anaboliques constitue, par définition, l'ostéopénie (18).

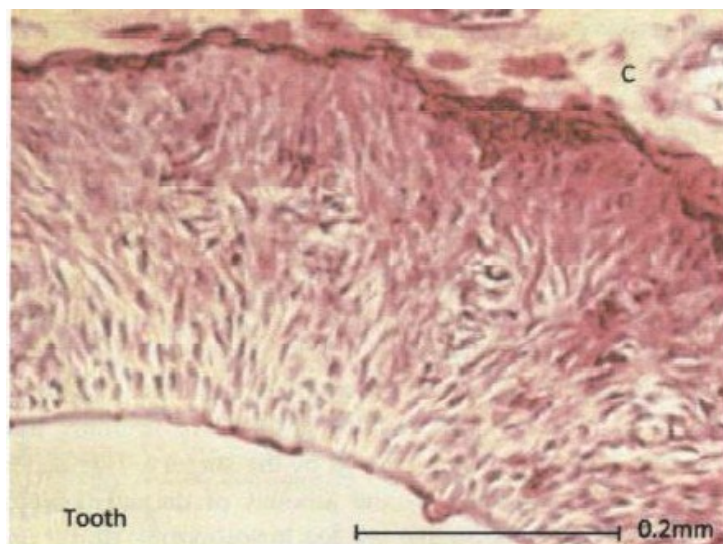
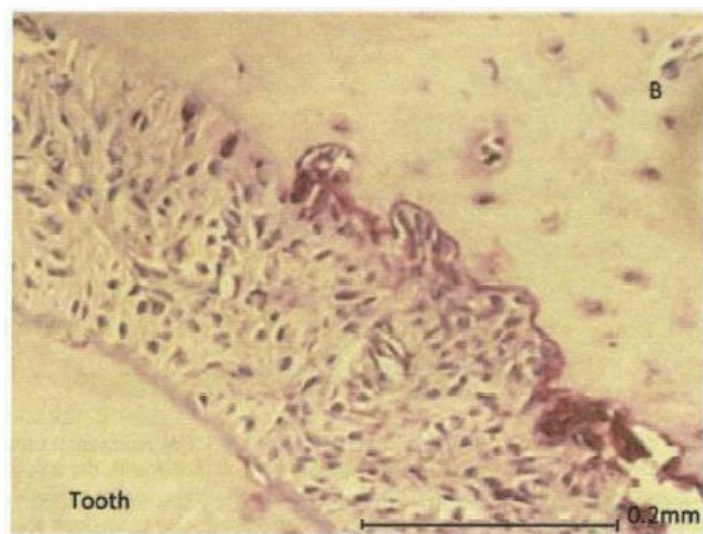
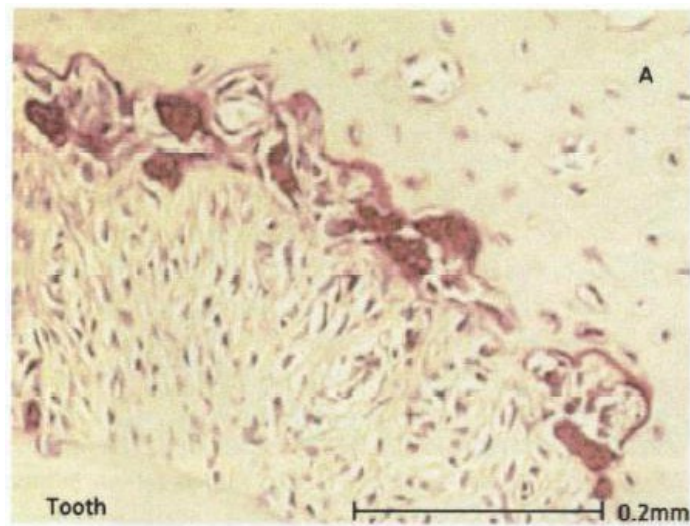


Figure 18 : Activité ostéoclasique à 1 jour : (A)Piézocision seule (B) Mouvement dentaire seul (C) Piézocision+mouvement dentaire (57)

Ensuite, le renouvellement tissulaire plus lent se transforme en renouvellement tissulaire rapide fonctionnellement normal. Le mouvement dentaire rapide qui se produit à la suite de la décortication s'explique par le mouvement des dents à travers une région de densité osseuse réduite, ce qui donne lieu à une vitesse de mouvement significativement plus élevée par rapport au traitement classique (trois à quatre fois plus rapide selon Wilco et al. (13)). Ces résultats sont en accord avec ceux rapportés par Cho et al. sur le chien de race beagle où les dents se déplaçaient deux fois plus vite à la mandibule et quatre fois plus vite au maxillaire à la suite de corticotomies (59).

Enfin, l'accélération du renouvellement tissulaire obtenue par chirurgie se limite aux environs immédiats des incisions de l'os cortical, créant ainsi ce qu'on pourrait appeler une « fenêtre d'opportunité spatio-temporelle localisée ». Il est important de bien comprendre les répercussions de cette affirmation sur le plan orthodontique. Lorsqu'on prévoit un plan de traitement avec corticotomies, il faut veiller à faire les incisions osseuses uniquement aux environs des dents que l'on veut déplacer. Ainsi, la valeur d'ancrage relative des dents à distance du site chirurgical reste élevée et l'ancrage offert par les dents au voisinage de la décortication demeure faible. Le PAR est passager, mais la stimulation mécanique continue exercée sur les dents prolongera l'effet biologique induit par la décortication chirurgicale (60). Le mouvement orthodontique doit être initié une semaine après la chirurgie, puis il est important d'ajuster l'appareil orthodontique tous les quinze jours.

4.Cas cliniques

4.1 Cas clinique n°1

4.1.1 Cas et examen clinique

Une patiente de 26 ans consulte car elle trouve son sourire « disgracieux ». Pour des raisons professionnelles, elle souhaite opter pour un traitement orthodontique accéléré. Lors du sourire, la patiente expose 100% des incisives et 1 à 2 mm de gensitive. La ligne médiane mandibulaire dentaire est à m, à droite de la maxillaire et dentaire médiane du visage. Les arcades ont une forme en U, avec encombrements et rotation. Du point de vue dentaire, elle présente une classe II type 2. Les canines ont une relation de classe II, de 4 mm sur la droite et de 2 mm sur la gauche. L'overjet est de 3 mm et l'overbite de 65% de couverture des incisives inférieures.

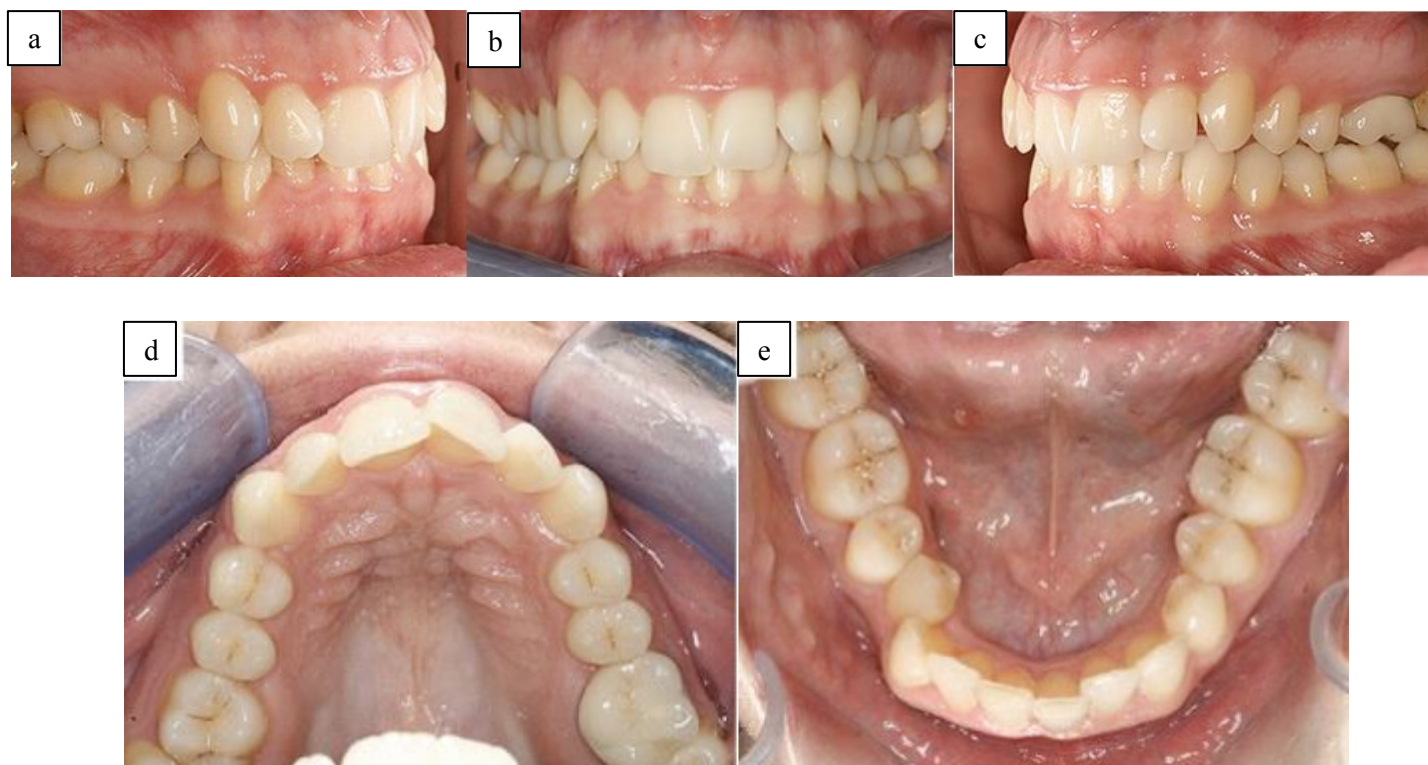


Figure 19 : Photos initiales (a : vue de droite / b : vue de face / c : vue de gauche / d : arcade maxillaire / e : arcade mandibulaire) (61).

4.1.2 Objectifs thérapeutiques

Le but du traitement est d'aligner les dents, d'ouvrir l'occlusion et d'établir une relation de classe I, agréable pour la patiente avec une durée de traitement réduite. La patiente s'est vue proposer un traitement classique, ainsi qu'un plus novateur combinant des soins orthodontiques avec une chirurgie parodontale de piézocision. On prévoit une greffe osseuse associée au niveau de la symphyse mandibulaire, où l'expansion est nécessaire, afin d'élargir l'enveloppe osseuse et d'accroître le soutien parodontal pour améliorer la stabilité à long terme et diminuer les récives.

La patiente voulant un traitement court, le traitement orthodontique couplé à la Piézocision est choisi.

4.1.3 Technique chirurgicale

La chirurgie est effectuée une semaine après le placement de l'appareillage orthodontique.

Dix incisions verticales interproximales sont faites sur la face vestibulaire. Elles sont minimales excepté dans les zones de greffes osseuses (classiquement, entre les canines et les latérales, et entre les centrales). Les incisions sont de pleines épaisseurs ce qui permet à la lame d'atteindre l'os alvéolaire. Un piézo-bistouri (insert BS 1, Piezotome, Satelec Acteon Group, Mérignac France) est ensuite utilisé pour créer l'incision corticale alvéolaire par les ouvertures microgingivales jusqu'à une profondeur de 3 mm.



Figure 20 : Réalisation de la corticotomie par Piézocision (61).

Une greffe osseuse est réalisée dans la zone symphysaire où il y a peu d'os vestibulaire. Cet emplacement est tunnélisé pour accueillir la greffe. Les incisions sont refermées avec de la colle biologique médicale à base de cyanoacrylate.

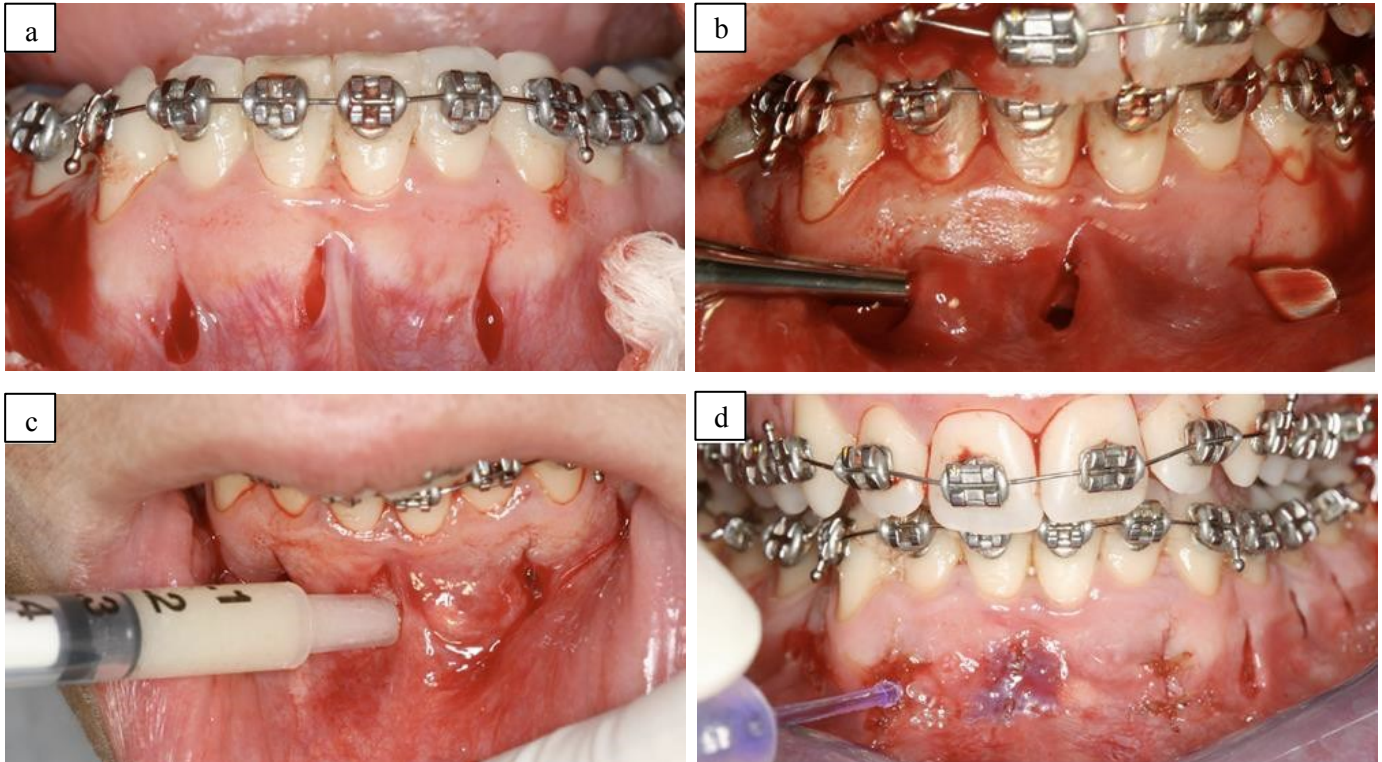


Figure 21 : Réalisation de la greffe osseuse (a : incisions verticales / b : tunnélisation / c : mise en place du matériau de greffe / d : fermeture du site greffé avec de la colle biologique médicale à base de cyanoacrylate) (61).

La patiente a été renvoyée chez elle avec une prescription d'antibiotiques et d'anti-inflammatoires après avoir reçu des conseils post-opératoires classiques (mettre de la glace, ne pas fumer, ne pas manger chaud...).

4.1.4 Progression du traitement

La patiente a seulement pris deux comprimés d'AINS, après la chirurgie. Aucune suite n'a été signalée. La patiente a pu reprendre une fonction orale vingt-quatre heures après la chirurgie. La guérison parodontale est optimale à deux semaines. Il est d'une importance primordiale pour l'orthodontiste et le chirurgien de comprendre que le turnover, induit chirurgicalement, est limité à la proximité des coupes chirurgicales. Une attention particulière doit être accordée

aux incisions osseuses qui doivent être effectuées uniquement autour des dents où un mouvement dentaire est prévu. À ce titre, la valeur de l'ancrage des dents, en dehors du site chirurgical, reste élevée alors que la valeur d'ancrage des dents adjacentes est faible. Le PAR est transitoire, mais la stimulation mécanique des dents prolonge l'effet d'ostéopénie. Par conséquent, il est impératif d'ajuster l'appareil orthodontique toutes les deux semaines. Au cours du traitement, une forte augmentation de la mobilité dentaire est observée, résultant de l'ostéopénie transitoire. Il importe également de souligner que des forces plus importantes sont appliquées sur les dents, par rapport à un traitement classique, et ceci pour maintenir la stimulation mécanique de l'os alvéolaire et l'état ostéopénique permettant un traitement rapide.

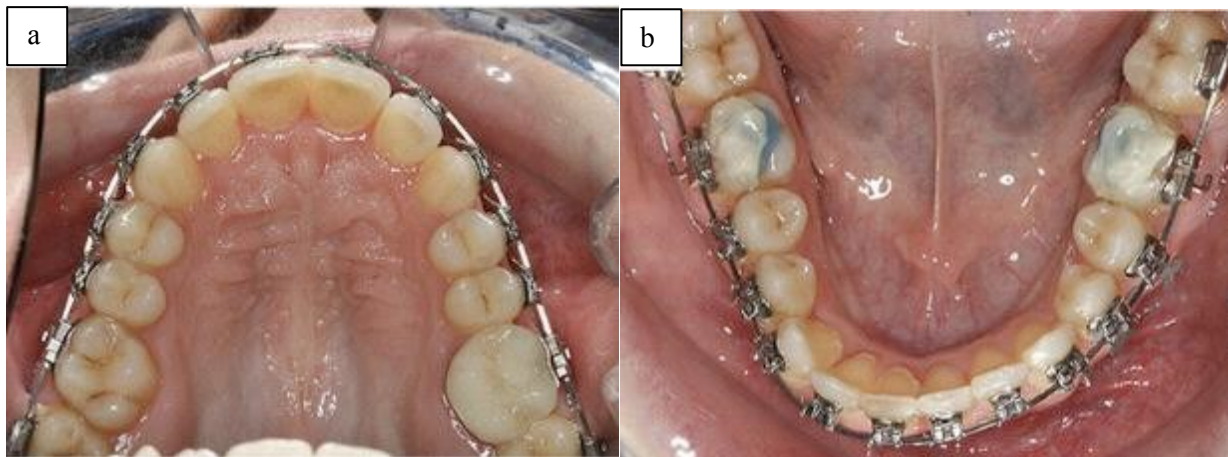


Figure 22 : Progression du traitement (a : arcade maxillaire / b : arcade mandibulaire) (61).

4.1.5 Résultats du traitement

Après 4 mois de traitement actif, la patiente est débaguée et une contention linguale maxillaire et mandibulaire est insérée, de canine à canine. Les arcades dentaires sont entièrement alignées, une relation de classe I est obtenue des deux côtés, l'overjet est réduit à un idéal de 1mm, et la supraclusion est améliorée, d'initialement 65% de recouvrement à 8%, après traitement.

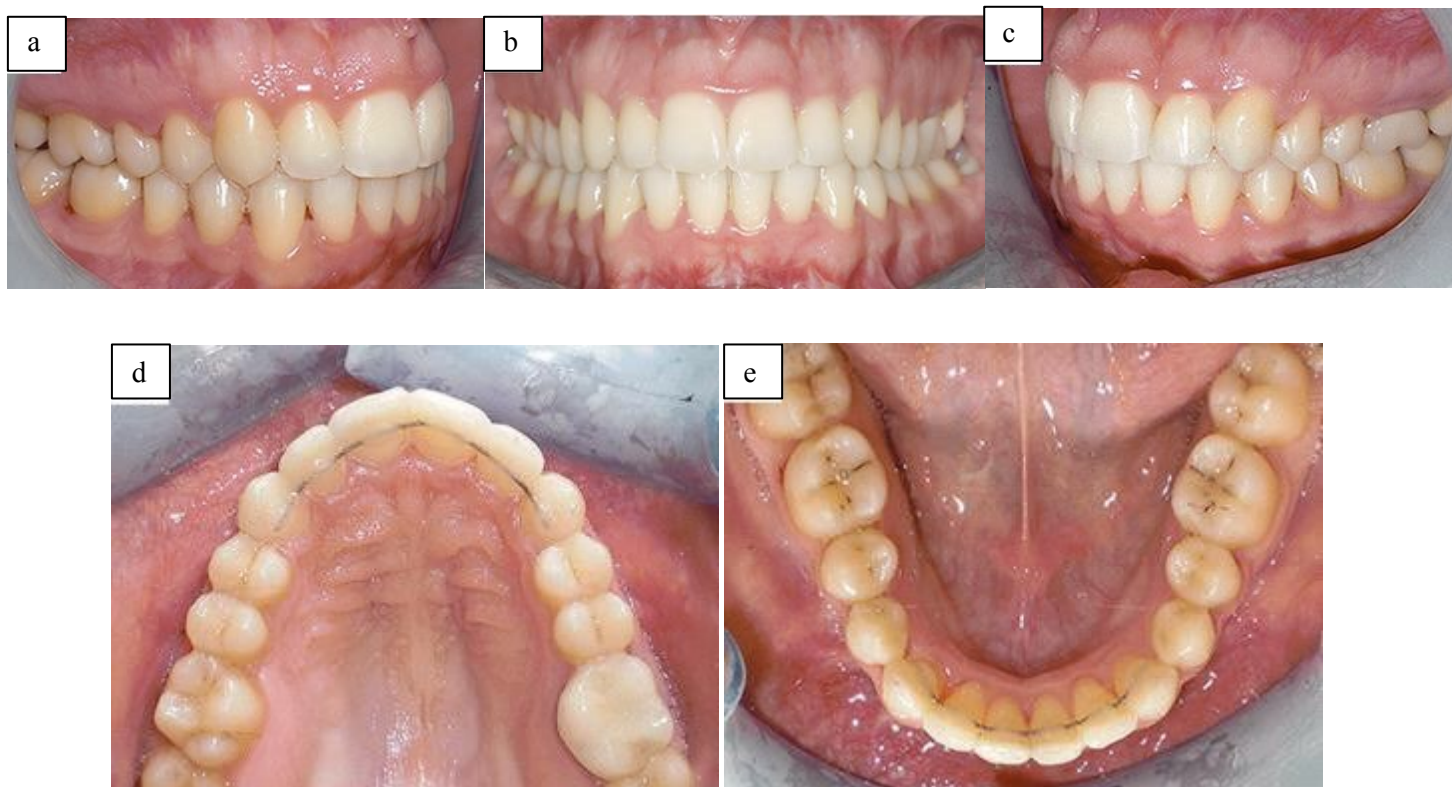


Figure 23 : Situation clinique en fin de traitement (a : vue de droite / b : vue de face / c : vue de gauche / d : arcade maxillaire / e : arcade mandibulaire) (61).

4.2 Cas clinique n°2

4.2.1 Cas et examen clinique

Une patiente de 31 ans consulte car elle présente un fort encombrement dentaire entraînant un sourire inesthétique. L'examen extraoral montre une symétrie faciale ainsi qu'une bonne proportion des étages verticaux de la face. Au niveau des tissus mous, la patiente présente une bonne harmonie faciale. A l'examen intraoral, la patiente ne présente ni caries, ni problèmes parodontaux. Lors du sourire, la patiente expose 90% des incisives. La ligne inter-incisive est déviée de 2 mm à droite du plan sagittal médian. Les arcades ont une forme en U, avec encombrements de 8 mm au maxillaire et 4-5 mm à la mandibule. La canine n°13 est en vestibulo position, il n'y a que 2 mm d'espace entre la partie distale de l'incisive latérale n° 12 et la zone mésiale de la prémolaire n° 14. Du point de vue dentaire, elle présente une classe II type 2. L'overjet est de 3 mm et l'overbite de 30% de couverture des incisives inférieures.

Pour des raisons professionnelles, elle souhaite opter pour un traitement orthodontique accéléré.

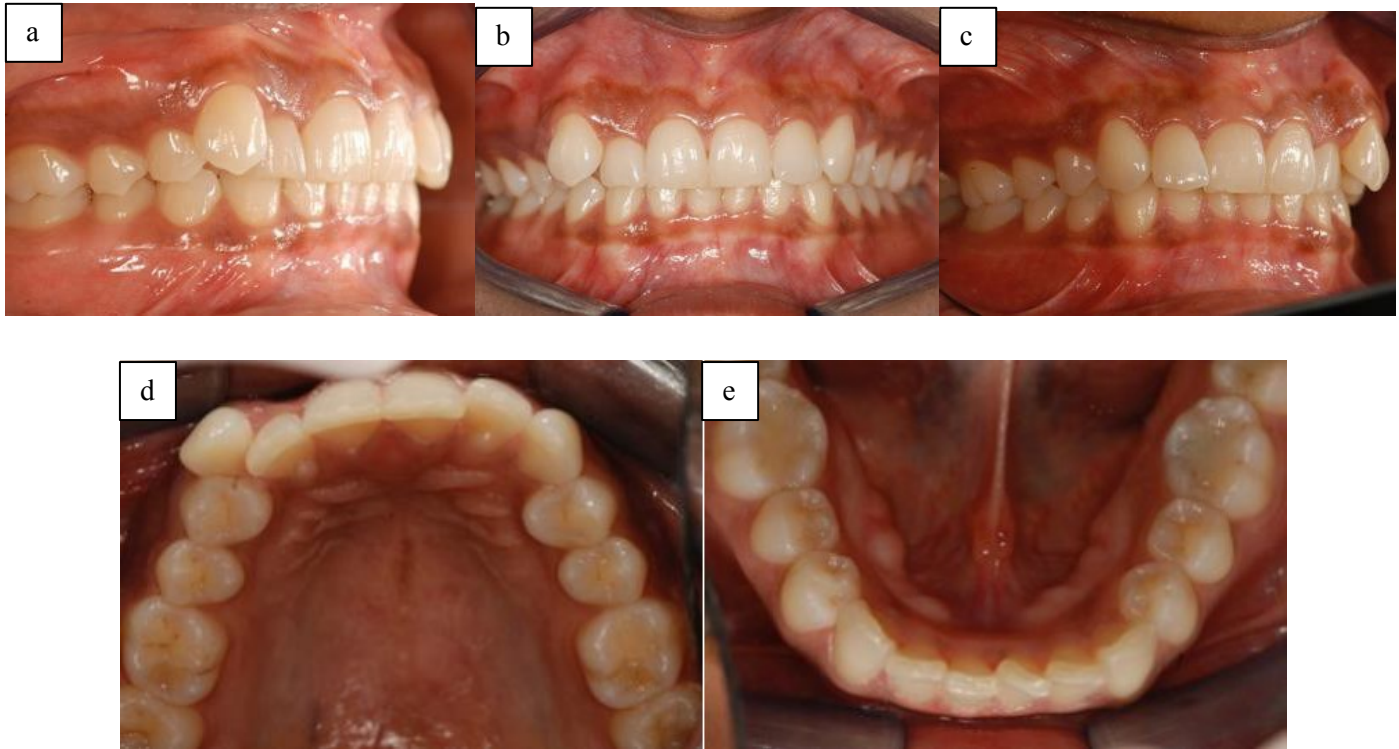


Figure 24 : Photos initiales (a : vue de droite / b : vue de face / c : vue de gauche / d : arcade maxillaire / e : arcade mandibulaire) (61).

4.2.2 Objectifs thérapeutiques

Le but du traitement est d'aligner les dents, de rétablir la fonction et l'esthétique, de supprimer les encombrements, d'ouvrir l'occlusion et d'établir une relation de classe I avec alignement de la ligne inter-incisive et du plan sagittal médian. La patiente s'est vue proposer un traitement classique avec avulsions des premières prémolaires, ainsi qu'un plus novateur combinant des soins orthodontiques avec une chirurgie parodontale de Piézocision sans avulsions. On prévoit une greffe osseuse associée au niveau des zones où de l'expansion est nécessaire, afin d'élargir l'enveloppe osseuse et d'accroître le soutien parodontal pour améliorer la stabilité à long terme et diminuer les récives.

La patiente voulant un traitement court, le traitement orthodontique couplé à la Piézocision est choisi.

4.2.3 Technique chirurgicale

La chirurgie est effectuée une semaine après le placement de l'appareillage orthodontique.

Dix incisions verticales interproximales sont faites sur la face vestibulaire au maxillaire et à la mandibule. Elles sont minimales sauf lorsqu'elles ont été effectuées dans les zones de greffe osseuse (classiquement, entre les canines et les latérales, et entre les centrales). Les incisions sont de pleines épaisseurs ce qui permet à la lame d'atteindre l'os alvéolaire. Un piézo-bistouri (insert BS 1, Piezotome, Satelec Acteon Group, Mérignac France) est ensuite utilisé pour créer l'incision corticale alvéolaire par les ouvertures microgingivales jusqu'à une profondeur de 3 mm. Une greffe osseuse est réalisée dans la zone symphysaire où il y a peu d'os vestibulaire. Cet emplacement est tunnelisé pour accueillir la greffe. Au niveau de la zone greffée on suturera avec un fil 5-0. La patiente a été renvoyée chez elle avec une prescription d'antibiotiques et d'anti-inflammatoires après avoir reçu des conseils post-opératoires classiques (mettre de la glace, ne pas fumer, ne pas manger chaud...).

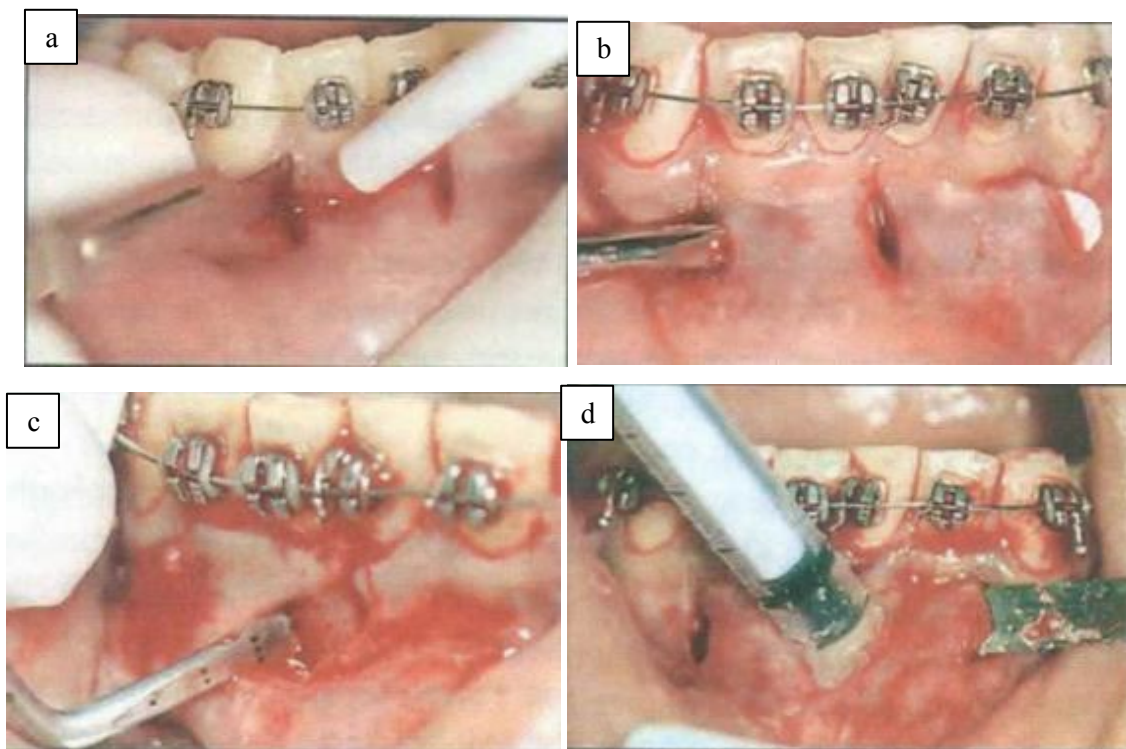


Figure 25 : Réalisation de la corticotomie par Piézocision associée à une greffe osseuse (a : incisions verticales / b : tunnelisation / c : réalisation de la corticotomie / d : mise en place du matériau de greffe) (61).

4.2.4 Progression du traitement

Durant les trois premiers mois du traitement orthodontique, les arcades mandibulaires et maxillaires sont toutes deux nivelées et alignées en utilisant des diamètres croissants de fil nickel-titane. Durant la phase initiale, la lingo-version des incisives maxillaires a été corrigée. De l'expansion est faite au maxillaire afin de créer l'espace nécessaire pour aligner la canine n°13. La classe II dentaire est corrigée par le port d'élastiques intermaxillaires jusqu'à l'obtention d'une classe I molaire et canine. Le traitement est achevé au bout de huit mois.

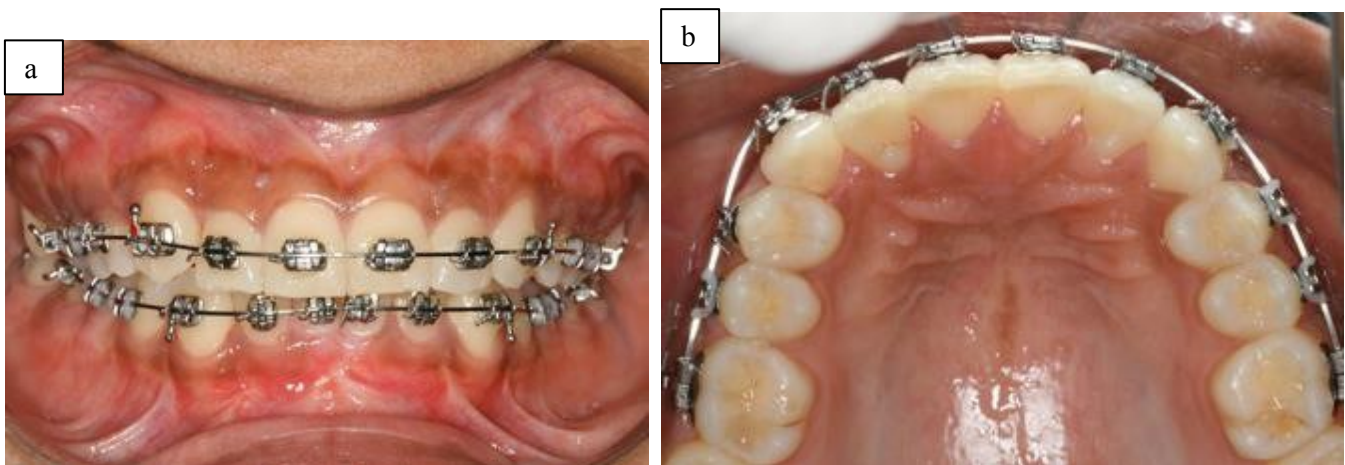


Figure 26 : Progression du traitement (a : vue de face / b : vue occlusale de l'arcade maxillaire) (61).

4.2.5 Résultats du traitement

Après huit mois de traitement actif, la patiente est débaguée et une contention linguale maxillaire et mandibulaire est insérée, de canine à canine. Les arcades dentaires sont entièrement nivelées et alignées. Une relation de classe I bilatérale est obtenue, l'overjet initial de 3 mm est réduit à un idéal de 1 mm, et la supraclusion est améliorée, d'initialement 30% de recouvrement à 15% après traitement.

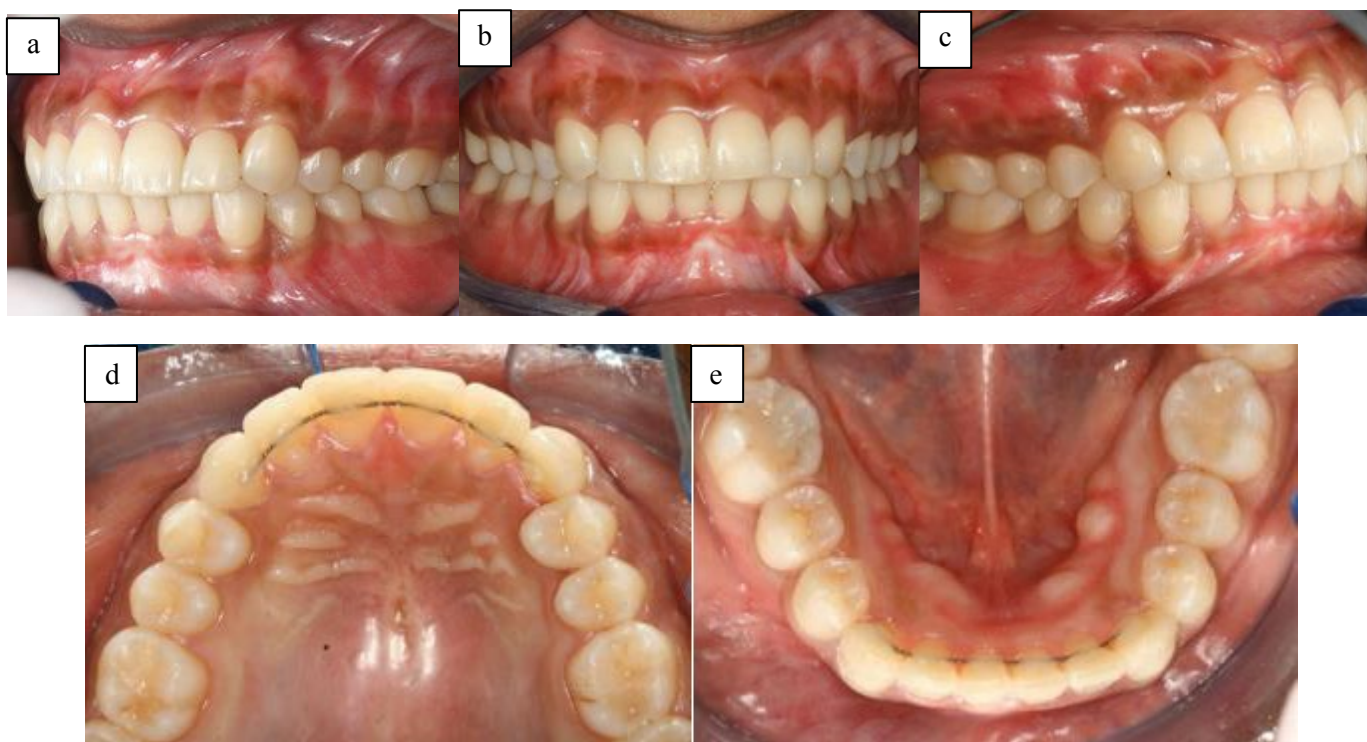


Figure 27 : Situation clinique en fin de traitement (a : vue de droite / b : vue de face / c : vue de gauche / d : arcade maxillaire / e : arcade mandibulaire) (61)

Conclusion

De nos jours, la demande esthétique, notamment chez l'adulte, est toujours plus importante mais la durée des traitements orthodontiques reste un des principaux freins à l'acceptation des plans de traitements.

Nous avons montré que la corticotomie alvéolaire par Piézocision est une technique fiable, reproductible et peu invasive. Grâce au « phénomène d'accélération régionale », décrit initialement par Frost, elle entraîne une diminution transitoire de la densité osseuse aboutissant à une zone localisée de moindre résistance. Ce phénomène permet ainsi d'accélérer de façon significative le mouvement dentaire.

Cependant, cette technique n'est à l'heure actuelle que très peu proposée par les orthodontistes, soit par manque de connaissances de ces possibilités thérapeutiques, soit par manque de recul clinique. Pourtant, la corticotomie alvéolaire par Piézocision devrait faire partie intégrante de l'arsenal thérapeutique pour accélérer les traitements de l'adulte de manière significative, et pour augmenter l'enveloppe des mouvements dentaires possibles. Elle nécessite une meilleure collaboration entre les orthodontistes et les parodontistes.

C'est une technique récente qui s'inscrit dans une nouvelle ère de l'orthodontie. Elle doit encore faire l'objet d'études pour améliorer les connaissances du métabolisme osseux et de la physiologie du déplacement dentaire afin de la rendre encore plus efficace et moins invasive. Ainsi, elle permettrait de repousser les limites de l'orthodontie classique.

Bibliographie

1. VERNA C, DALSTRA M, MELSEN B.

The rate and the type of orthodontic tooth movement is influenced by bone turnover in a rat model. Eur J Orthod. 2000 Aug; 22(4):343-52.

2. VERNA C, MELSEN B.

Tissue reaction to orthodontic tooth movement in different bone turnover conditions. Orthod Craniofac Res, 2003. 6(3): p. 155-63.

3. GOLDIE RS, KING GJ.

Root resorption and tooth movement in orthodontically treated, calcium-deficient, and lactating rats. Am J Orthod. 1984 May;85(5):424-30

4. VON BOHL M, MALTHA JC, VON DEN HOFF JW ET KUIJPERS-JAGTMAN AM.

Focal hyalinization during experimental tooth movement in beagle dogs. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2004. 125(5): p. 615-23.

5. THIERRY M, CHARRIER JB.

Les corticotomies alvéolaires : principes et applications cliniques. Int Orthod 2008; 6(4): 343–54.

6. FROST HM

The biology of fracture healing. An overview for clinicians. Part II. Clin Orthop Relat Res. 1989 Nov;(248):283-93. Review.

7. SANJIDEH PA, ROSSOUW PE, CAMPBELL PM, OPPERMAN LA, BUSCHANG PH.

Tooth movements in foxhounds after one or two alveolar corticotomies. Eur J Orthod. 2010; 32(1): 106-13.

8. WEISSENBACH O.

La corticotomie alvéolaire une technique accélérant les déplacements dentaires en orthodontie. Entretien avec Jean David Sebaoun. Rev Orthop Dento Faciale 2009;43(1):89-98.

9. CANNO J., CAMPO J., BONILLA E., COLMENERO C.

Corticotomy-assisted orthodontics. J Clin Exp Dent. 2012;4(1):e54-9.

10. KÖLE H.

Surgical operations on the alveolar ridge to correct occlusal abnormalities. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1959;12:515–29.

11. BELL WH, LEVY BM.

Revascularization and bone healing after maxillary corticotomies. J Oral Surg. 1972;30:640–8.

12. SEBAOUN JD, FERGUSON DJ, WILCKO T et coll

Corticotomie alvéolaire et traitements orthodontiques rapides. Int Orthod Fr 2007;78(3):217-225.

13. WILCKO W, WILCKO T, BOUQUOT JE et coll.

Rapid orthodontics with alveolar reshaping: two case reports of decrowding. Int J Periodont Rest Dent 2001;21(1):9-19.

14. FERGUSON DJ, WILCKO W ET W. W,

Selective alveolar decortication for rapid surgical orthodontic of skeletal malocclusion treatment., in Distraction osteogenesis of the facial skeleton, B. Decker, Editor. 2007. p. 167-186.

15.ROBLEE RD, BOLDING SL, LANDERS JM.

Surgically facilitated orthodontic therapy: A new tool for optimal interdisciplinary result. Compend Contin Educ Dent. 2009; 30(5): 264-275.

16.WILCKO W.

Orthodontic method and device. Patent . 2002; 6,109,916: 29/8/00: USA.

17.WILCKO W, FERGUSON DJ, BOUQUOT JE et coll.

Rapid orthodontic decrowding with alveolar augmentation: Case report. World J Orthod 2003;4(3):197-205.

18.CHARRIER JP, BRYON F et RACY E.

Traitement orthodontique accéléré par corticotomies alvéolaires chirurgicales chez l'adulte. Int Orthod 2008;6(4):355-373.

19.SEBAOUN JD, SURMENIAN J, FERGUSON DJ et coll.

Accélération du mouvement dentaire orthodontique suite à une décortication alvéolaire sélective : justification biologique et résultats d'une technique novatrice d'ingénierie tissulaire. Int Orthod 2008;6(3): 235-249.

20.SAAD A., ALGHAMDI T.

Corticotomy facilitated orthodontics: Review of a technique, The Saudi Dental Journal (2010) 22, 1–5.

21.WILCKO WM

Practical Advanced Periodontal Surgery.

22.SATELEC ACTEON EQUIPEMENT (laboratoire).

Piézetome. Livret clinique.

Mérignac : Satelec Acteon Equipement, 2014.

23.KOSKIEVIC J.

Apport de la piézo-électrique en chirurgie implantaire. [http:// www.abcdent.fr](http://www.abcdent.fr)

24.LECLERCQ P, DOHAN D.

De l'intérêt du bistouri ultrasonore en implantologie : technologies, applications cliniques. Première partie : technologies. Implantologie 2004a ; 13 :151-157.

25.GANTES B., RATHBUN E., ANTHOLM M.

Effects on the periodontium following corticotomy-facilitated orthodontics. J. Periodontol 1990; 61:234-238.

26.SEBAOUN JD, FERGUSON DJ, WILCKO MT, WILCKO WM.

[In Process Citation]. Orthod Fr 2007;78:217-225.

27.Chirurgie réalisée par SAMMUT A (CHU Nice) .

28.SEBAOUN JD, SURMENIAN J, DIBART S

Traitements orthodontiques accélérés par piézocision : une alternative mini-invasive aux corticotomies alvéolaires. Orthod Fr 2011; 82:311-3.

29.ROBLEE RD, BOLDING SL, LANDERS JM.

Surgically facilitated orthodontic therapy: A new tool for optimal interdisciplinary result. Compend Contin Educ Dent. 2009; 30(5): 264-275.

30.DIBART S, SEBAOUN JD, SURMENIAN J.

Compend Contin Educ Dent. 2009 Jul-Aug;30(6):342-4, 346, 348-50.

31.BARON R.

Histophysiologie des réactions tissulaires au cours du déplacement orthodontique. Dans « Orthopédie dento-faciale - Bases fondamentales ». CHATEAU, M. Edit. PRELAT : 328-335, 1975.

32.LE GALL M., SASTRE J.,

The fundamentals of tooth movement, International Orthodontics 2010 ; 8 : 1-13.

33.BARON R.

Le remaniement de l'os alvéolaire au cours du déplacement spontané et provoqué des dents. Rev Orthop Dento Faciale 9 (3) p : 309-325, 1975.

34.ALBERS DD.

Ankylosis of teeth in the developing dentition. Quintess Int 1986;17:303-8.

35.DAVIDOVITCH Z.

Le déplacement dentaire. . Rev Orthop Dento Faciale 28 (3) p :337-384, 1994.

36.HOUCHMAND-CUNY M., CHRETIEN N., LE GUEHENNEC L., DENIAUD J.,RENAUDIN S., BOUTIGNY H., SOUEIDAN A.

Le déplacement dentaire orthodontique : histologie, biologie et effets iatrogènes. Orthod Fr 2009;80:391–400

37.WISE GE ET KING GJ,

Mechanisms of tooth eruption and orthodontic tooth movement.
J Dent Res, 2008. 87(5): p. 414-34.

38.ABHHV MOSTAFA YA, WEAKS-DYBVIG M, OSDOBY P.

Orchestration of tooth movement. Am J Orthod 1983;83:245–50.

39.LEEVES MA, MCDONALD F.

The effect of mechanical deformation on the distribution of ions in fibroblasts. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1995;107:625–32

40.MEIKLE MC.

The tissue, cellular, and molecular regulation of orthodontic tooth movement:
100 years after Carl Sandstedt. Eur J Orthod 2006;28:221–40

41.MASELLA RS, MEISTER M.

Current concepts in the biology of orthodontic tooth movement. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2006;129:458–6

42.DAVIDOVITCH Z, NICOLAY OF, NGAN PW, SHANFELD JL.

Neurotransmitters, cytokines, and the control of alveolar bone remodeling in orthodontics. Dent Clin North Am 1988;32:411–35

43.KAWARIZADEH A, BOURAUUEL C, GOTZ W, JAGER A.

Early responses of periodontal ligament cells to mechanical stimulus in vivo. J Dent Res 2005;84:902–6

44.LEIKER BJ, NANDA RS, CURRIER GF, HOWES RI, SINHA PK

The effects of exogenous prostaglandins on orthodontic tooth movement in rats. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1995;108:380–8

45.YAMASAKI K, MIURA F, SUDA T.

Prostaglandin as a mediator of bone resorption induced by experimental tooth movement in rats. J Dent Res 1980;59:1635–42

46. KRISHNAN V, DAVIDOVITCH Z.

Cellular, molecular, and tissue-level reactions to orthodontic force. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2006;129:469 –32

47.GENERSON RM, PORTER JM, ZELL A ET STRATIGOS GT,

Combined surgical and orthodontic management of anterior open bite using corticotomy. J Oral Surg, 1978. 36(3): p. 216-9.

48.GANTES B, RATHBUN E ET ANHOLM M,

Effects on the periodontium following corticotomy-facilitated orthodontics. Case reports. J Periodontol, 1990. 61(4): p. 234-8.

49.CHUNG KR, OH MY ET KO SJ,

Corticotomy-assisted orthodontics. J Clin Orthod, 2001.
35(5): p. 331-9.

50.FROST HM

The biology of fracture healing. An overview for clinicians. Part I. Clin Orthop Relat Res. 1989 Nov;(248):283-93. Review.

51.HELLSING E., HAMMARSTRÖM L.

The effects of pregnancy and fluoride on orthodontic tooth movements in rats. Eur J Orthod. 1991 Jun;13(3):223-30.

52.COLLINS MK, SINCLAIR PM

The local use of vitamin D to increase the rate of orthodontic tooth movement. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1988 Oct;94(4):278-84

53. ADACHI H, IGARASHI K, MITANI H, SHINODA H.

Effects of topical administration of a bisphosphonate (risedronate) on orthodontic tooth movements in rats. J Dent Res. 1994 Aug;73(8):1478-86.

54.HENRIKSON PA.

Periodontal disease and calcium deficiency. Experimental study in dogs. Rev Fed Odontol Colomb. 1969 Apr-Jul;18(89):47-56

55.KROOK L, WHALEN JP, LESSER GV, BERENS DL.

Experimental studies on osteoporosis. Methods Achiev Exp Pathol. 1975;7:72-108.

56.BOGOCH E, GSCHWEND N, RAHN B, MORAN E, PERREN S.

Healing of cancellous bone osteotomy in rabbits--Part I: Regulation of bone volume and the regional acceleratory phenomenon in normal bone. J Orthop Res. 1993 Mar;11(2):285-91.

57.DIBART S., YEE C., SURMENIAN J., SEBAOUN J.D., BALOUL S., GOGUET-SURMENIAN E., KANTARCI A.

Tissue response during Piezocision-assisted tooth movement : a histological study in rats. European Journal of Orthodontics doi:10.1093, 2013.

58.SEBAOUN JD, KANTARCI A, TURNER JW, CARVALHO RS, VAN DYKE TE, FERGUSON DJ.

Modeling of trabecular bone and lamina dura following selective alveolar decortication in rats. J Periodontol. 2008; 79(9): 1679-88.

59.CHO K.W., CHO S.W., OH C.O., RYU Y.K., OHSHIMA H., JUNG H.S.

The effect of corticale activationon orthodontic tooth movement. Oral Dis 2007 : 13(3):314-319

60.PHAM-NGUYEN K., FERGUSON D.J., CARVALHO R.S., ET AL.

Micro-CT analysis of osteopenia following selective alveolar decortication and tooth movement. Thesis, Boston University, 2006

61.Chirurgie réalisée par Dr SURMENIAN J ; traitement orthodontique réalisé par Dr SEBAOUN D.

Serment d'Hippocrate

En présence des Maîtres de cette Faculté, de mes chers condisciples, devant l'effigie d'Hippocrate,

Je promets et je jure, au nom de l'Etre Suprême, d'être fidèle aux lois
de l'Honneur et de la probité dans l'exercice de La Médecine Dentaire.

Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail, je ne participerai à aucun partage clandestin d'honoraires.

Admis dans l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui se passe, ma langue taira les secrets qui me seront confiés et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs ni à favoriser le crime.

Je ne permettrai pas que des considérations de religion, de nation, de race, de parti ou de classe sociale viennent s'interposer entre mon Devoir et mon patient.

Je garderai le respect absolu de la vie humaine dès sa conception.

Même sous la menace, je n'admettrai pas de faire usage de mes connaissances médicales contre les lois de l'Humanité.

Respectueux et reconnaissant envers les Maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leurs pères.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses,

Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes confrères si j'y manque.



Approbation – Improbation

Les opinions émises par les dissertations présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, sans aucune approbation ou improbation de la Faculté de Chirurgie dentaire (1).

Lu et approuvé,

Vu,
Nice, le

Le Président du jury,

Le Doyen de la Faculté de
Chirurgie Dentaire de l'UNS

Professeur

Professeur Armelle MANIERE

(1) Les exemplaires destinés à la bibliothèque doivent être obligatoirement signés par le Doyen et par le Président du Jury.

Arnaud SAMMUT

LES CORTICOTOMIES ALVEOLAIRES DANS LE CADRE DES MOUVEMENTS ORTHODONTIQUES ACCELERES : TECHNIQUES ET BIOLOGIE OSSEUSE

Thèse : Chirurgie Dentaire, Nice, 2015, n°42-57-15-17

Directeur de thèse : Dr SURMENIAN Jérôme

Mots-clés : corticotomie ; mouvement orthodontique accéléré ; piézocision ; cicatrisation osseuse.

Résumé:

Les facteurs biologiques sont les principales limitations de la durée des traitements orthodontiques. La durée d'un traitement classique est d'environ deux ans. Elle peut être un obstacle chez les adultes, de plus en plus demandeurs, sans compter l'incidence des problèmes carieux et parodontaux qui augmentent avec cette durée. D'après la littérature, la corticotomie alvéolaire semble être une technique fiable accélérant les déplacements dentaires en orthodontie. Cette technique consiste à effectuer des résections superficielles de l'os alvéolaire pénétrant à peine l'os médullaire dans la zone où un déplacement dentaire est souhaité. Elle met en jeu les mécanismes de la cicatrisation osseuse naturelle permettant un phénomène d'accélération régionale du mouvement.

L'objectif de ce travail est, d'une part, de décrire les différentes techniques opératoires de réalisation d'une corticotomie en développant plus particulièrement la technique de piézocision. D'autres parts, nous étudierons les effets biologiques de la corticotomie sur le tissu osseux permettant cette accélération des mouvements dentaires. Enfin, nous illustrerons ce travail par la présentation de deux cas cliniques.